THESE PRESENTEE
POUR L'OBTENTION
DU TITRE
DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(MENTION SCIENCES)

A

L'UNIVERSITE DE PARIS VI

par Monsieur A. BORDAS

Sujet de la thèse :

INFLUENCE DU GENOTYPE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE CHEZ LES POULES PONDEUSES

soutenue le 19 MAI 1973 devant la Commission composée de :

Monsieur LAMOTTE, Président
Monsieur GENERMONT, Examinateur
Monsieur MERAT, Examinateur

THESE PRESENTEE
POUR L'OBTENTION
DU TITRE
DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE
(MENTION SCIENCES)

A

L'UNIVERSITE DE PARIS VI

par Monsieur A. BORDAS

Sujet de la thèse :

INFLUENCE DU GENOTYPE SUR LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE CHEZ LES POULES PONDEUSES

soutenue le 19 MAI 1973 devant la Commission composée de :

Monsieur LAMOTTE, Président
Monsieur GENERMONT, Examinateur
Monsieur MERAT, Examinateur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

- R E M E R C I E M E N T S -

Monsieur le professeur LAMOTTE, de la Faculté des Sciences de Paris, m'a fait l'honneur de présider ce jury. Je lui exprime ma respectueuse reconnaissance pour l'accueil qu'il m'a réservé et pour le temps qu'il a bien voulu consacrer à relire ce manuscrit malgré ses multiples occupations.

Je ne saurais assez témoigner toute ma gratitude à Monsieur MERAT, directeur du laboratoire de Génétique factorielle (I.N.R.A.) qui est à l'origine de ce travail, et qui par son aide précieuse et ses nombreuses suggestions en a favorisé l'évolution et l'accomplissement.

Je remercie Monsieur le professeur GENERMONT, de la Faculté des Sciences d'Orsay, d'avoir accepté de participer à ce jury.

Je remercie également tous mes collègues du laboratoire de Génétique et, en particulier, Monsieur DUMORTIER pour son aide dans la réalisation pratique des expériences, Madame FITOUSSI (Station centrale de Génétique animale) et Madame SIMONOT, pour le soin avec lequel elles ont dactylographié ce mémoire, et Monsieur WEBER qui l'a imprimé et relié.

PLAN DU MEMOIRE

Ière PARTIE - DIFFERENCES GENETIQUES ET FAMILIALES.

INTRODUCTION.

CHAPITRE I : Matériel et Méthodes.

CHAPITRE II : Résultats relatifs auxgènes de coloration du plumage.

1. Résultats relatifs au locus C.
2. Résultats relatifs au locus I.
3. Résultats relatifs au locus E.

CHAPITRE III : Résultats relatifs à un locus de pigmentation de la patte : W.

CHAPITRE IV : Résultats concernant l'absence de plumes sur le cou (Na) ou leur existence (na) en présence d'un gène de nanisme (dw) ou pas (Dw).

CHAPITRE V : Résultats relatifs à la souche M 99.

DISCUSSION - CONCLUSIONS.

IIème PARTIE - CORRELATIONS ENTRE CONSOMMATION ET CARACTERES QUANTITATIFS

CHAPITRE I : Corrélations phénotypiques entre consommation et performances de l'individu.

1. Consommation observée O
2. Consommation "résiduelle" R
3. Consommation "semi résiduelle" R'.

CHAPITRE II : Corrélations phénotypiques entre consommation et croissance des enfants.

CHAPITRE III : Corrélations frères/soeurs et mères/filles et fils pour O, R et R'.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548020_0006

IIIème PARTIE

CONSOMMATIONS JOURNALIERES : RECHERCHE D'UNE METHODE RAPIDE D'ESTIMATION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

CHAPITRE I - CONSOMMATION ALIMENTAIRE JOURNALIERE.

I.- Différences génétiques

II.- Estimation de la consommation individuelle

CHAPITRE II - CONSOMMATION D'EAU JOURNALIERE.

I.- Différences génétiques et familiales

II.- Existence possible d'un gène majeur influençant la consommation d'eau

III.- Corrélations phénotypiques entre consommation d'eau et caractères économiques

CHAPITRE III - OBSERVATIONS SUR LE "COMPORTEMENT" ALIMENTAIRE ET HYDRIQUE DES POULES PONDEUSES.

I.- Sensibilité au milieu

II.- Homogénéité des variances pour les consommations

III.- Répétabilité de la consommation d'aliment et d'eau

CHAPITRE IV - EFFET DE LA PONTE SUR LA CONSOMMATION D'ALIMENT ET D'EAU.

CONCLUSION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les éleveurs de poules pondeuses et de reproductrices ont un souci commun : obtenir le plus d'oeufs possible au prix le plus bas. La performance zootechnique n'a en elle-même aucune valeur si elle n'est réalisée qu'à la suite de dépenses excessives

Le poste "alimentation" occupe de l'ordre de 60 % des charges de fonctionnement de l'élevage avicole. Une meilleure rentabilité dûe à un meilleur rendement alimentaire des animaux sera une source non négligeable d'économie pour l'éleveur.

C'est ainsi qu'un nombre considérable de travaux a été effectué par les nutritionnistes pour augmenter "l'efficacité" d'un aliment (c'est-à-dire diminuer la quantité de nourriture pour produire une douzaine d'oeufs) ou encore sa qualité qui est fonction de sa composition chimique.

Par contre, peu de travaux signalent une influence du génotype (lignée ou famille) sur la consommation alimentaire. Aussi le but de ce travail est-il de montrer que le génotype a une importance non négligeable sur la prise alimentaire et pourrait être dans certains cas une source d'un gain substantiel pour le sélectionneur.

En fonction de ces considérations nous diviserons le présent travail en 3 parties :

1. Différences de consommation alimentaire, associées à plusieurs loci chez la poule.
2. Corrélations phénotypiques entre consommation alimentaire, et performances de la poule.
3. Consommations journalières : Recherche d'une méthode rapide pour mettre en évidence les différences de consommation.

.../...

Ière PARTIE - DIFFERENCES GENETIQUES ET FAMILIALES

INTRODUCTION

A notre connaissance peu de recherches ont été faites pour mettre en évidence les différences entre génotypes et entre familles pour la consommation alimentaire et en particulier pour la fraction de celle-ci qui serait indépendante du poids de l'animal et de sa production.

Les travaux des nutritionnistes sont d'un tout autre ordre : recherches d'un équilibre entre les différents éléments du régime pour améliorer son efficacité. Ainsi depuis 25 ans, à la suite de travaux de SCOTT et al. (1947) et de HILL et DANSKY (1950, 1954) un nombre considérable de travaux relate l'importance du rapport qui doit exister entre les principes énergétiques et azotés du régime.

GUILLAUME (1961) montre l'importance du rapport calories/matières azotées totales. Ce rapport est très variable car en fait de nombreux facteurs ont une répercussion sur sa valeur optimum : certains d'entre eux sont liés à l'animal, d'autres au régime. Les facteurs liés à l'animal incluent l'âge, le sexe, et l'origine génétique. Malheureusement les expériences de comparaison des besoins alimentaires de plusieurs souches sont rares et les résultats contradictoires. Ainsi LEONG et al. (1959) ne trouvent pas de différence de comportement entre souches vis à vis du rapport cal/MAT et concluent que le facteur génétique est négligeable alors que HOHLS (1960) trouve des différences entre souches.

MORRIS (1969) fait une mise au point bibliographique sur les relations entre le niveau énergétique, la consommation et la production de la pondeuse. Il montre que si le taux énergétique

.../...

varie (les équilibres entre les nutriments étant respectés) le taux de ponte n'est pas affecté ; mais que en ce qui concerne la consommation des différences entre souches existent : plus les souches sont lourdes moins elles sont aptes à régler leur consommation en fonction du niveau énergétique. Un accroissement de la consommation entraîne une importante augmentation du poids corporel durant la période de ponte.

Du point de vue génétique nous avons quelques renseignements sur le mode d'action de certains gènes influençant un besoin spécifique. Ainsi BERNIER et COONEY (1954) ont montré que les besoins en riboflavine des Embryons possédant E (gène d'extension du noir) sont accrus. Mc DONALD (1958) suggère des besoins différents en cystine pour des pondeuses à emplumement lent (K) ou rapide (k).

JEROME et al. (1956) ont noté que chez le jeune les indices de consommation des animaux colorés (Cc, CC) étaient plus faibles que celui des animaux blancs (cc).

PROD'HOMME et MERAT (1969) ont observé des différences entre souches de volailles pour une réponse des jeunes à une avitaminose A.

GUILLAUME (1969) signale que les poussins dw (nains) ont une efficacité énergétique un peu supérieure et une efficacité protidique un peu moins bonne comparés aux poussins Dw (normaux).

Chez les poules pondeuses SELVARAJAH (1971) dans une étude comparative pour évaluer le mérite économique des volailles naines type "ponte" comparées à leurs soeurs normales constate que les naines n'ont pas une efficacité alimentaire meilleure que les non naines (résultat analogue déjà trouvé par PROD'HOMME et MERAT, 1969).

Le but du présent travail est un peu différent : nous voulons mettre en évidence des différences entre familles ou associées à des gènes connus, pour la consommation alimentaire

.../...

et plus particulièrement pour la fraction de celle-ci qui serait indépendante du poids de l'animal et de sa production.

Pour cela nous nous sommes appuyés sur un travail de BYERLY (1941). Pour des poules pondeuses BYERLY propose une équation de régression qui permet d'estimer la consommation alimentaire "théorique" dans un temps donné, en fonction du poids de l'individu (ou plus exactement d'une puissance convenable de ce poids) de sa variation de poids et de sa production (poids des oeufs) pendant la période considérée. PROD'HOMME (1965) a appliqué cette méthode sur des données nouvelles.

Grâce à une telle équation, on peut pour chaque animal estimer sa consommation théorique d'où par différence avec la consommation observée une consommation que nous appelons "résiduelle", en principe indépendante des variables utilisées dans l'estimation (poids, gain de poids, poids des oeufs).

Cette méthode a été employée par PROD'HOMME et MERAT (1965), MERAT (1968), MERAT et BORDAS (1972) sur des lots d'animaux contenant 2 génotypes.
La première partie de ce travail est un inventaire des différences génétiques et familiales de consommation alimentaire et de consommation "résiduelle" que nous avons observé au cours de plusieurs expériences.

Bien que certaines parties de nos résultats aient fait l'objet de publications, nous les reprendrons ici d'une manière succincte.

°

° °

.../...

CHAPITRE I - MATERIEL ET METHODES.

MATERIEL

Nos différentes expériences portent d'une part sur des poules provenant du troupeau expérimental élevé à Jouy-en-Josas (population issue du croisement de plusieurs souches fait en 1954, MERAT, 1958-1962 a). Cette population est maintenue non fixée à plusieurs loci parmi lesquels C, I, E, W, Na.

D'autre part, nous avons travaillé sur une souche "ponte" M 99 provenant du Domaine expérimental du Magneraud.

L'élevage des jeunes est fait au sol jusqu'à l'âge de 20 semaines puis les animaux sont mis en cages individuelles.

Le contrôle d'alimentation commence sur des animaux âgés de 8 mois environ (en ce qui concerne les expériences sur C, les poules étaient âgées de 1 an environ) qui ont été préalablement choisis (couples de soeurs différant pour un allèle, issues des familles les plus nombreuses, et de poids voisin). Ce contrôle se poursuit pendant 3 périodes consécutives de 28 jours d'avril à juillet (sauf pour la M 99 où il est fait d'octobre à janvier).

A la fin de certaines expériences un échantillon d'animaux est abattu sur lequel nous prélevons la graisse abdominale (principalement autour du gésier et de la bourse de Fabricius).

Les détails de chaque expérience seront rappelés au début de la partie "Résultats" relative à chaque gène.

Les poules reçoivent un aliment type "reproducteur" à 16 % de protéines et 2520 calories métabolisables par kilo

.../...

d'aliment, sous forme soit de farine, soit de granulés (pour les expériences sur I, 1970 et 1971, les animaux recevaient l'aliment sous forme de granulé de 2,5 mm de diamètre).

Il est à noter que nous utilisons toujours le même aliment, de sorte que nous pouvons cumuler les résultats d'année en année (ceci à la suite d'une remarque de HILL et al. (1956) qui montrent que la consommation de calories n'obéit pas parfaitement à la loi des surfaces de BYERLY (1941). Avec un régime pauvre en énergie la poule ne mange plus que 82 % de ce qui est prévisible par le calcul alors qu'avec une ration enrichie de 5 % de suif elle en ingère 110 %).

METHODES

Le contrôle étant effectué pendant 3 périodes consécutives de 28 jours nous enregistrons par animal et par période :

- le poids corporel,
- le poids des oeufs pondus,
- la consommation alimentaire
  (O = consommation observée).

Le gain de poids ΔP est obtenu par différence entre le poids enregistré à la fin et au début d'une même période. Nous ne considérons que les animaux ayant toutes les mesures durant ces trois périodes. Nous travaillons sur la moyenne des 3 périodes pour chaque variable.

La consommation "théorique" T pour un individu est estimée en fonction de son poids moyen (P), de sa variation de poids ΔP et du poids des oeufs pondus (E) par 28 jours suivant une équation de la forme :

$$T = aP^{\alpha} + b \Delta P + cE$$

Equation définie par BYERLY (1941).

.../...

PROD'HOMME (1965) au préalable a déterminé dans nos conditions d'expérimentation la valeur la meilleure de l'exposant α suivant le principe exposé par BYERLY (1941). La méthode par approximation indique que l'on peut utiliser pour α une valeur voisine de 0,5. Nous prendrons donc pour variable non pas le poids corporel mais sa racine carrée.

D'ailleurs à chaque expérience le coefficient de corrélation entre la consommation observée et la consommation théorique est calculé.

Pour chaque expérience les coefficients de régression sont estimés séparément pour chaque génotype puis sur l'ensemble des données après un test comparant chaque coefficient pour les différents génotypes.

A partir de l'équation commune nous calculons pour chaque individu sa consommation théorique T et déduisons sa consommation "Résiduelle" R, qui est la différence entre la consommation observée et la consommation calculée :

$$R = O - T$$

Ensuite nous considérons une consommation "semi-résiduelle" R' qui est la différence entre la consommation observée et la consommation théorique, calculée comme précédemment mais non corrigée par le gain de poids (ΔP).

$$R' = R + b \Delta P$$

A partir de là, les trois variables distinctes se rapportant à la consommation sont analysées :

a) Mesures "brutes" : Consommation observée O .
b) Mesures corrigées : Consommation résiduelle R.
c) Mesures semi-corrigées : consommation semi-résiduelle R'.

.../...

a)- Consommation observée O : analyse de variance en tenant compte des facteurs "familles de même père" et "génotype". Parallèlement la même analyse est faite pour le poids corporel (P), le gain de poids (ΔP), et le poids des oeufs pondus (E)

Les corrélations de ces trois facteurs (P, ΔP, E) entre eux et avec la consommation observée (O) sont estimées.

b)- Consommation Résiduelle R :

La même analyse de variance est faite sur la consommation résiduelle R.

c)- Consommation semi-résiduelle R' :

Même analyse sur ce facteur R'.

La première de ces trois variables (O) est pour une large part fonction du poids de l'individu et de sa production (variation de poids et poids des oeufs pondus). La correction pour ces 3 facteurs à la fois (variable R) nous donne une indication sur le rendement alimentaire de l'individu et permet de comparer des individus à poids et production égale. La troisième variable (R') permet une comparaison de la consommation abstraction faite du gain de poids : elle réflète sans doute en plus d'un éventuel facteur "rendement" un facteur "appétit" (responsable de l'augmentation du poids corporel) et non mis en évidence par l'équation complète définie par BYERLY.

Parallèlement les mêmes travaux ont été effectués dans des conditions identiques sur des ♂ du même âge, frères ou 1/2 frères des poules contrôlées. Nous ne mentionnerons pas ces résultats, quant aux différences familiales, mais les utiliserons dans la deuxième partie.

°

° °

.../...

CHAPITRE II - RESULTATS RELATIFS AUX GENES DE COLORATION DU PLUMAGE

1.- RESULTATS CONCERNANT LA PRESENCE OU L'ABSENCE DE COLORATION DU PLUMAGE (Cc) OU (cc)

Le locus C de coloration du plumage chez la poule comporte 2 allèles : C (présence de mélanines) et c (absence de pigmentation).

PROD'HOMME et MERAT (1965), dans une expérience réalisée sur 53 pondeuses âgées d'un an n'avaient pas observé de différence significative de consommation alimentaire brute O entre les poules blanches cc et les poules colorées Cc, de même que pour les autres critères enregistrés, poids, ΔP et poids des oeufs pondus bien que la variation de poids soit inférieure chez les animaux colorés.

Par contre ils avaient trouvé que les poules (cc) avaient une consommation résiduelle R inférieure de 4 % à celle de leurs soeurs colorées ($P < 0,01$).

Pour ce même critère des différences entre familles s'étaient révélées hautement significatives ($P < 0,001$).

En ce qui concerne le facteur R', consommation semi-résiduelle, facteur qui n'était pas considéré à cette époque, nous avons réanalysé les données et trouvé une consommation alimentaire semi-résiduelle des poules blanches inférieure de 6 % comparées à leurs soeurs colorées. Ceci nous a incité à refaire une expérience similaire en 1967 (MERAT 1968) que nous allons décrire brièvement.

De mai à juillet 1967 (3 périodes de 28 jours) 62 pondeuses issues du troupeau expérimental de Jouy, soeurs ou 1/2 soeurs âgées de 11 mois appartenant à 6 familles de père ont été contrôlées.

.../...

a)- Mesures "brutes" : consommation observée O.

Le tableau 1 contient les moyennes de consommation alimentaire, de poids corporel, de gain de poids et de poids d'oeufs pondus par 28 j. pour les 2 génotypes de coloration (moyenne des 3 périodes de 28 j. pour chaque variable).

-TABLEAU 1-Moyenne des performances "brutes" par génotype.

	O Aliment consommé par 28 j. (g)	P Poids corporel moyen (g)	ΔP Variation de poids (g)	E Poids des oeufs pondus par 28 j. (g)
Cc	3.555	2.329	+ 1,2	979
cc	3.271	2.200	-26,3	807

La différence de consommation alimentaire O pourrait s'expliquer par une différence de poids corporel et de production. L'analyse de variance sur ces mesures indique un effet du génotype au locus C significatif au seuil de 5 % pour E et pour O mais non pour les autres variables. Quant aux différences entre familles elles n'atteignent le seuil de 5 % de signification que pour le gain de poids.

Il est donc nécessaire de faire une correction pour ces variables.

b)- Mesures "corrigées" : consommation résiduelle R.

D'après la méthode de BYERLY (1941) mentionnée précédemment nous avons établi les équations de régression multiple pour chaque génotype :

.../...

Cc ——————— $T = 55,6\ P^{0,5} + 1,97\ \Delta P + 0,850\ E$

cc——————— $T = 60,9\ P^{0,5} + 1,28\ \Delta P + 0,660\ E$

Le terme constant n'est pas signalé ici.

Comme les coefficients de ces 2 équations ne diffèrent pas de façon significative, nous avons établi une équation commune, et calculé à partir de cette équation, la consommation résiduelle R de chaque poule.

La moyenne de consommation résiduelle est de 97,3 g pour les poules colorées alors qu'elle est de -29,9 g pour les poules blanches, soit une différence de 3 % de la consommation brute moyenne de l'échantillon.

Le tableau 2 donne l'analyse de variance suivant les facteurs contrôlés "pères" et "génotype au locus C".

-TABLEAU 2- Analyse de variance pour la consommation corrigée R.

Source de variation	D.L.	Variance	F	Signification
Génotypes	1	144.849	2,84	P = 0,10
Familles	5	75.141	1,47	NS
Interaction	5	73.554	1,44	NS
Résiduelle	50	50.986	-	--

La différence entre génotypes s'approche du niveau 5 % de signification alors que les différences entre familles ne sont pas significatives dans cet échantillon.

.../...

c)- Mesures semi-corrigées : consommation semi-résiduelle R'

La variable R' est en moyenne inférieure de 186 g pour les poules blanches cc comparées à leurs soeurs colorées (Cc) - différence significative au seuil de 5 % -, ce qui représente environ 5 % de la consommation brute moyenne. Les différences entre familles bien qu'importantes ne sont pas significatives. (Différence de 8,2 pour cent entre familles extrêmes, soit 283 g).

A la suite de ces deux expériences, nous pouvons dire que les poules de génotype cc (blanches) consomment moins d'aliment, à production, gain de poids et poids égaux que leurs soeurs Cc (colorées). Elles paraissent donc mieux utiliser l'aliment que ces dernières.

Par ailleurs, les différences familiales importantes observées en 1965 et en 1967 (bien que non significatives cette année là) laissent prévoir que le facteur "consommation résiduelle" R pourrait être utilisé comme critère de sélection.

2.- RESULTATS CONCERNANT L'ABSENCE DE NOIR DANS LE PLUMAGE(Ii) OU SA PRESENCE (ii).

Les résultats relatifs au locus C nous ont encouragé à poursuivre cette étude sur un autre locus de coloration du plumage (MERAT et BORDAS, 1972).

Durant deux années successives (1970 et 1971) nous avons effectué des contrôles d'alimentation d'avril à juillet sur des poules âgées de 8 mois issues du troupeau expérimental de Jouy et de génotype Ii ou ii.

Le génotype Ii correspond à la présence d'un plumage entièrement blanc, ou blanc avec une quantité variable de

.../...

rouge. Le plumage des animaux comporte des mélanines noires, allant du type "herminé" au plumage noir et rouge ou entièrement noir.

En 1970, 72 pondeuses, issues de 6 familles de même père sont utilisées et se répartissent en 37 Ii et 35 ii.

En 1971, 85 pondeuses de la génération suivante issues de 7 familles de même père sont testées de la même façon. Elles se répartissent en 42 Ii et 43 ii.

a)- Mesures "brutes" : consommation observée

Le tableau 3 contient les valeurs moyennes des caractères mesurés pour les deux années.

-TABLEAU 3- Moyenne des performances "brutes" par génotype

Année et génotype	O Aliment consommé (en g/28 j)	P Poids corporel (en g/28 j)	ΔP Variation de poids (eng/28j.)	E Poids des oeufs en g/28 j.)
1970- Ii	3.335	2.052	- 2,1	966
ii	3.540	2.129	+ 18,8	947
1971- Ii	3.799	2.221	+ 96,7	977
ii	3.900	2.253	+100,8	998

On constate que les poules hétérozygotes Ii pour le gène "blanc dominant" consomment 205 g de moins en 1970 soit environ 6 % alors qu'en 1971 la différence reste dans le même sens mais est moins importante : 101 g soit 2 % environ.

.../...

L'analyse de variance sur ces données suivant les facteurs contrôlés "pères" et "génotype au locus I" figure dans le tableau suivant.

.../...

-TABLEAU 4- Analyse de variance sur les performances "brutes"

Source de variation	D.L.	Aliment consommé O		Poids corporel P		Gain de poids ΔP		Poids des oeufs pondus E	
		variance	F (1)	variance	F (1)	variance	F (1)	variance	F (1)
					1 9 7 0				
Génotype au locus I	1	118.222	5,97 *	50.425	1,74	10.801	4,87 **	664	0,02
Familles	5	642.107	5,43 **	199.515	3,96 **	7.193	3,24 **	101.822	3,62 **
Résiduelle	60	118.222	-	50.425	-	2.217	-	28.103	-
					1 9 7 1				
Génotype au locus I	1	30.162	0,19	1.787	0,03	5,00	0,00	4.701	0,11
Familles	6	314.596	2,03 **	144.148	2,20 *	9.330	3,02 **	57.239	1,31
Résiduelle	71	155.147	-	65.651	-	3.093	-	43.709	-

(1)- rapport à la variance résiduelle

* = P< 0,05

** = P< 0,01

L'analyse de variance sur ces données indique en 1970 un effet du génotype au locus I significatif à 5 % pour la consommation d'aliment O, et à 1 % pour le gain de poids.

En 1971, ces différences bien que dans le même sens ne sont pas significatives.

Les différences entre familles sont significatives (au seuil de 1 pour cent) pour tous les caractères (1970) et pour trois d'entre eux en 1971 (à l'exclusion du poids d'oeufs pondus).

Dans ce tableau, nous avons omis les variances interactions : un calcul approximatif nous a montré qu'aucune d'entre elles n'était significative.

Le tableau 5 met en évidence, d'autre part, les corrélations qui existent entre les caractères analysés, par génotype et pour l'ensemble des données.

(Concernant le poids nous avons utilisé sa racine carrée, celle-ci intervenant en effet pour le calcul de l'équation de régression multiple).

.../...

-TABLEAU 5- Corrélations phénotypiques entre consommation alimentaire (O) racine carrée du poids ($P^{0,5}$ gain de poids (ΔP) poids des oeufs (E).

Année	Caractère	Ii		ii		Total	
		n(1)	r	n(1)	r	n(1)	r
1970	O - $P^{0,5}$	37	0,591**	35	0,702 **	72	0,671*
	O - ΔP		0,524 **		0,612 **		0,599*
	O - E		0,497 **		0,368 *		0,403*
	$P^{0,5}$ - ΔP		0,245		0,580 **		0,485*
	$P^{0,5}$ - E		0,294		0,169		0,210
	ΔP - E		0,142		-0,034		0,017
1971	O - $P^{0,5}$	42	0,704 **	43	0,364 *		0,541*
	O - ΔP		0,651 **		0,260		0,469*
	O - E		0,537 **		0,373 *		0,455*
	$P^{0,5}$ - ΔP		0,469 **		0,556 **		0,521*
	$P^{0,5}$ - E		0,265		-0,323		-0,067
	ΔP - E		0,243		-0,406 **		-0,124

(1)- effectif - * P < 0,05 - * P < 0,01

Il ne semble pas y avoir de différence entre génotypes pour ces corrélations.

Sur les données groupées, les corrélations entre la consommation observée et les autres caractères sont hautement significatives.

.../...

Les corrélations calculées entre les variables "indépendantes" ($\sqrt{P}$, ΔP et E) ne sont pas significatives à l'exception de celle entre $\sqrt{P}$ et ΔP ; cette dernière s'explique, du fait que le poids moyen sur l'ensemble des 3 périodes est en partie fonction du gain de poids pendant ce temps. Avec le poids initial elle n'est plus que de 0,18 (en 1971).

b)- Mesures corrigées : consommation résiduelle R.

D'après la méthode de BYERLY (1941) nous obtenons les équations suivantes par année et par génotype en omettant le terme constant :

1970 - Ii - $T = 62,30\ P^{0,5} + 3,83\ \Delta P + 0,66\ E$

ii - $T = 66,63\ P^{0,5} + 2,43\ \Delta P + 0,72\ E$

1971 - Ii - $T = 76,63\ P^{0,5} + 2,80\ \Delta P + 0,75\ E$

ii - $T = 49,29\ P^{0,5} + 1,53\ \Delta P + 0,91\ E$

Ces deux années il n'y a de différence significative entre génotypes pour aucun des coefficients comme l'indique le tableau suivant :

-TABLEAU 6- Test de la différence des coefficients.

Coefficient affectant	1970		1971	
$P^{0,5}$	t = 0,13	N.S.	t = 1,14	N.S.
ΔP	t = 0,76	N.S.	t = 1,19	N.S.
E	t = 0,11	N.S.	t = 0,41	N.S.

.../...

En fin de compte on peut établir une équation commune:

1970 $T = 64,95\ P^{0,5} + 3,04\ \Delta P + 0,70\ E$

1971 $T = 60,59\ P^{0,5} + 2,11\ \Delta P + 0,97\ E$

La valeur du coefficient de corrélation multiple entre la consommation et les autres variables est de 0,80 en 1970 et 0,76 en 1971.

A partir de ces équations communes et en tenant compte du terme constant nous avons calculé pour chaque poule sa consommation résiduelle R. La moyenne de ces valeurs pour le génotype ii dépasse celle des poules Ii de 86 g pour 1970 et 52 g pour 1971 ce qui représente respectivement 2,5 et 1,3 pour cent de la consommation brute moyenne de l'année. Le tableau 7 contient l'analyse de variance pour ce facteur.

-TABLEAU 7- Analyse de variance pour la consommation résiduelle R (en g/28 jours).

Année	Source de variation	D.L.	Variance	F (1)	Signification
1970	- Génotypes	1	33.769	3,27	$P \simeq 0,05$
	- Familles	5	384.391	11,38	$P < 0,01$
	- Interaction	5	53.377	1,58	N.S.
	- Résiduelle	60	33.769	-	-
1971	- Génotypes	1	5.907	0,10	N.S.
	- Familles	6	100.965	1,73	N.S.
	- Interaction	6	75.372	1,29	N.S.
	- Résiduelle	71	58.368	-	N.S.

(1)- rapport à la variance résiduelle.

.../...

Comme pour la consommation observée O la différence entre les génotypes Ii et ii, de même sens les 2 années, n'est significative qu'en 1970. Si, d'ailleurs on détaille la comparaison entre les génotypes Ii et ii à l'intérieur des familles on s'aperçoit qu'en groupant les 2 années on obtient une consommation résiduelle inférieure pour les poules blanches dans 10 familles sur 13 (d'où P < 0,05).

Les différences entre familles sont hautement significatives en 1970 (P < 0,01) mais pas en 1971. Pour les familles extrêmes elles sont de 407 g en 1970 et 182 g en 1971 ce qui représente respectivement 11,8 pour cent et 4,7 pour cent de la consommation moyenne.

c)- Mesures semi-corrigées : consommation semi-résiduelle R'

Pour ce facteur, nous avons effectué l'analyse de variance résumée dans le tableau suivant toujours avec les facteurs "pères" et "génotype".

-TABLEAU 8- Analyse de variance "consommation semi-résiduelle"

Années	Source de variation	D.L.	Variance	F(1)	Signification
1970	- Génotypes	1	400.784	7,25	P < 0,01
	- Familles	5	362.378	6,55	P < 0,001
	- Interaction	5	106.968	1,93	N.S.
	- Résiduelle	60	55.292	-	-
1971	- Génotypes	1	4.604	0,06	N.S.
	- Familles	6	106.065	1,36	N.S.
	- Interaction	6	96.199	1,23	N.S.
	- Résiduelle	71	77.937	-	-

(1)- rapport à la variance résiduelle

.../...

L'excès de consommation par 28 jours des poules colorées ii sur les poules blanches Ii sur ce facteur R' est égal à 164 g pour 1970 et 60 g pour 1971 (soit respectivement 4,8 et 1,6 pour cent de la consommation moyenne). L'analyse de variance révèle un effet "génotype" significatif au seuil de 1 pour cent en 1970 mais non significatif en 1971. Ce résultat est logique puisqu'en 1970 nous avons une différence significative de gain de poids entre les 2 génotypes, alors qu'en 1971 cette différence ne l'est plus.

Les différences entre familles se révèlent hautement significatives en 1970 ($P < 0,001$) mais pas en 1971. Pour les familles extrêmes cette différence par 28 jours est de 506 g en 1970 et 259 g en 1971 soit 14,7 pour cent et 6,7 pour cent de la consommation moyenne brute.

d)- Etat d'engraissement en fin d'expérience.

En 1971, à la fin de l'expérience, nous avons choisi 15 poules de génotype Ii et 15 ii par couples de soeurs ou 1/2 soeurs constitués au début de l'expérience et qui étaient de poids voisin (2036 g pour Ii et 2033 pour ii). Sur ces animaux la graisse abdominale a été prélevée. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

-TABLEAU 9- Poids graisse abdominale

Génotype	n	Graisse abdominale			Poids en grammes	
		$\bar{x}$ (en g)	s^2	t	début expérience	fin expérience
Ii	15	163,3	2.928	2,14 *	2.036	2.237
ii	15	197,5	5.698		2.033	2.461

* - P = 0,05

.../...

En valeur absolue le poids de graisse abdominale est significativement plus élevé chez les poules colorées de même qu'en pourcentage : 7,3 pour cent pour les poules Ii contre 8 pour cent pour les poules ii.

Il est vraisemblable que la différence de poids de graisse abdominale explique la différence de gain de poids observé. D'ailleurs, la corrélation entre le poids de celle-ci et le gain de poids enregistré pendant le contrôle de consommation est de 0,61 ($P < 0,01$).

Ce résultat tend à confirmer une observation analogue enregistrée sur l'expérience relative au gène C (PROD'HOMME, MERAT, 1965). Sur un échantillon de 20 poules (10 colorées Cc et 10 blanches cc) le poids de graisse abdominale trouvé était de 93 g pour les poules colorées et 61 g pour les poules blanches Là encore les poules Cc avaient un gain de poids supérieur aux poules cc.

EN CONCLUSION, ces résultats présentent une analogie avec les données relatives au locus C :

- d'une part les poules blanches (Ii) consomment moins d'aliment à poids, gain de poids et ponte égaux que leurs soeurs colorées (ii) donc ont un rendement alimentaire meilleur ;
- d'autre part, une ingestion moins grande d'aliment des poules blanches, à poids et ponte égale, a pour conséquence une moindre variation de poids ;
- de même les différences familiales notées militent en faveur de la possibilité d'une sélection sur les facteurs R (consommation résiduelle) ou R' (consommation semi-résiduelle).

3.- RESULTATS RELATIFS AU LOCUS E (GENE D'EXTENSION DU NOIR DANS LE PLUMAGE) OU e (RESTRICTION DU NOIR OU HERMINE).

Le gène E conditionne l'extension du noir dans le plumage : les poules EE ou Ee sont toutes noires. A l'inverse

.../...

e est un gène de restriction du noir, celui-ci se trouve réduit aux extrémités : ailes, camail, queue.

A titre indicatif, dans ce paragraphe nous signalons des résultats succincts concernant ce gène parmi les poules ii ayant été utilisées pour l'expérience de 1970. En effet dans 5 familles sur 6 parmi les poules colorées ii, étaient présentes des poules de génotype Ee et des poules ee.

Ces résultats ne consernent que le facteur consommation résiduelle R (exprimant le rendement alimentaire), le facteur R' (exprimant un facteur appétit) et la variation de poids ΔP (caractère lié au facteur R').

Le tableau suivant rassemble ces résultats.

-TABLEAU 10- Moyenne en g./28 j. des facteurs R, R' et P.

Génotype	Effectif	CONSOMMATION		Gain de Poids
		R résiduelle	R' semi-résiduelle	ΔP
i E	14	101,2	147,0	15,0
i e	17	67,2	121,2	18,9

Bien que nous ne puissions tirer des conclusions définitives (vu la faiblesse de l'effectif) nous remarquons que les poules noires Ee ont une consommation résiduelle supérieure aux poules ee.

De même leur consommation semi-résiduelle est légèrement supérieure quoique la différence soit moins importante à cause d'une différence de gain de poids (gain de poids légèrement inférieur pour Ee).

.../...

Les analyses de variance concernant ces facteurs, non présentées ici, ne révèlent aucun résultat significatif.

A la suite de ces résultats, une expérience concernant en particulier ce gène est envisagé dans notre programme de travail.

°

° °

.../...

CHAPITRE III - RESULTATS CONCERNANT LA COLORATION DE LA PATTE (w) OU SON ABSENCE (W)

Le locus W correspond à la pigmentation de la patte et de la peau chez les volailles. Les poules de génotype "Ww" ont la patte et la peau blanches alors que celles qui sont "ww" ont les pattes et la peau jaunes.

Nous avons extrait des expériences effectuées en 1967, 1970, 1971, des données se rapportant à ce locus. Nous avons considéré les familles dans lesquelles se trouvaient des poules de génotype "Ww" et "ww" (présent en même temps parmi les 2 génotypes Cc et cc en 1967, ou Ii et ii en 1970-1971).

Comme dans le paragraphe précédent nous ne signalons que les résultats concernant le facteur R, consommation résiduelle (exprimant le rendemant alimentaire), R' consommation semi-résiduelle (exprimant l'appétit), et la variation de poids (qui est liée au facteur R'). Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant :

-TABLEAU 11- Moyenne en g./28 j. des facteurs R, R', ΔP

Année	Génotype	Effectif	R	R'	Δ P
1967	Ww	24	- 17,05	- 50,37	- 5,50
	ww	18	+ 45,67	+ 17,33	- 10,05
1970	Ww	37	- 5,05	- 2,19	+ 2,73
	ww	35	+ 5,97	+ 51,34	+ 14,93
1971	Ww	22	- 21,68	+188,40	+ 99,59
	ww	30	+ 56,33	+213,1	+ 74,33

.../...

Il est à noter que la différence de consommation résiduelle bien qu'assez faible est dans le même sens pour les 3 années : les poules à pattes blanches "Ww" paraissent avoir un rendement alimentaire supérieur aux poules à pattes jaunes "ww".

Pour le facteur R' consommation semi-résiduelle, cette différence se maintient en faveur des poules Ww. (Ceci s'accorde avec l'absence de différence de variation de poids).

L'analyse de variance correspondant à ces différents facteurs n'est pas signalée ici : elle ne révèle aucun résultat significatif au locus W.

°

° °

.../...

HAPITRE IV - RESULTATS CONSERNANT L'ABSENCE DE PLUMES SUR LE COU (Na) OU LEUR EXISTENCE (na) EN PRESENCE D'UN GENE DE NANISME (dw) OU PAS (Dw).

Le gène dw, gène de nanisme récessif lié au sexe, déjà étudié par HUTT (1953 et 1959) et par BERNIER et ARSCOTT (1960) réduit le poids du corps d'environ 40 pour cent chez les mâles et de 30 pour cent chez les femelles. Apparu dans le troupeau expérimental de JOUY en 1959 (MERAT, 1969), il fut introduit dans plusieurs souches du MAGNERAUD, et a servi à la création d'une souche : la "VEDETTE I.N.R.A." Ce gène a depuis fait l'objet de nombreuses études et fut d'ailleurs le sujet d'un colloque à TOURS (4-5 mars 1971, A.G.S.A., 4, 2).

Le gène "Cou nu" Na, autosomal dominant, se caractérise comme son nom l'indique par une absence de plumes sur le cou et dans certaines autres zones du corps. Des résultats concernant la croissance et la production laissent supposer qu'il ne serait pas avantageux d'introduire ce gène dans une souche de taille normale, mais qu'éventuellement il pourrait améliorer la ponte en présence du gène de nanisme dw (MERAT, données non publiées).

A la suite de ces résultats, il était intéressant de connaître la consommation alimentaire des poules "Normales" ou "Naines" en présence du gène Na.
Normalement les poules "Cou nu" doivent avoir une déperdition énergétique supérieure aux poules "non cou nu", donc une consommation légèrement supérieure, du moins à une température basse ou moyenne. Aussi dans cette expérience avons-nous maintenu une température voisine de 18 ° (de 16 à 22 °).

Sur des jeunes de 19 à 55 jours et en présence de dw, SIMON (1972) ne note pas de différence de gain de poids, ni de consommation alimentaire associée au gène Na.

.../...

En 1971, sur une période de 15 jours nous avions remarqué que les poules "Normales cou nu" Dw Na consommaient 6,5 pour cent de plus que leurs soeurs "normales non cou nu" Dw na, alors que chez les naines cette différence n'atait plus que de 4,5 pour cent.

En 1972, d'avril à juillet, 113 poules âgées de 8 mois ont été testées. Elles se répartissent en 56 normales (30 "cou nu" Na na et 26 na na) et 57 naines (30 "cou nu" Na na et 27 na na) et proviennent de 6 familles de même père. Elles sont issues de croisements où le coq était hétérozygote Dw dw et les mères naines dw-. L'un des 2 parents était également hétérozygote pour NA (Na na) et l'autre homozygote récessif (na na). De cette façon, les différents génotypes comparés se retrouvaient à l'intérieur des différentes familles de soeurs ou au moins de demi-soeurs.

Dans ce chapitre nous ne nous occuperons pas de la différence entre Dw et dw. Nous nous bornerons à analyser les différences relatives au locus Na à l'intérieur des "normales" et à l'intérieur des "naines". L'étude des interactions entre le gène dw et le gène Na fait l'objet d'un autre travail (AMIN BAKHCHE).

a)- Mesures brutes : consommation observée O.

Le tableau suivant contient les valeurs moyennes des caractères enregistrés par 28 jours pour chaque génotype.

.../...

-TABLEAU 12- Moyenne des "performances brutes" par génotype.

GENOTYPE		O Aliment consommé (en g/28 j)	P Poids moyen (en g)	ΔP Variation de poids (en g/28 j)	E Poids des oeufs (en g/28 j)
Dw	Na	4.174	2.482	79,2	1.110
	na	3.736	2.464	71,2	1.011
dw	Na	2.883	1.647	35,3	799
	na	2.800	1.639	40,2	850

Les poules Dw Na "Normales cou nu" consomment 438 g de plus que leurs soeurs à plumage non réduit, soit 11, 1 % de la consommation moyenne brute. Chez les naines la différence relative au locus Na n'est plus que de 83 g ce qui représente 2,9 % de la consommation moyenne brute. Au passage nous noterons une légère différence de poids d'oeufs en faveur des Dw- Na na alors que chez les naines cette différence est en sens inverse, ce qui contribuerait à expliquer que la différence soit aussi grande entre l'effet associé au gène Na chez les normales et chez les naines.

L'analyse de variance sur ces données suivant les facteurs contrôlés "pères" et "génotype au locus Na" figure dans le tableau suivant.

.../...

-TABLEAU 13- Analyse de variance sur les "performances brutes".

	Source de variation	D.L.	Aliment consommé O		Poids corporel P		Gain de poids ΔP		Poids des oeufs pondus E	
			Variance	F(1)	Variance	F(1)	Variance	F(1)	Variance	F(1)
Dw	Génotype au locus Na	1	1.787.493	8,38 **	1.423	0,02	444	0,15	122.277	2,75
	Familles	5	314.047	1,47	31.825	0,40	2.037	0,71	148.790	3,34 **
	Résiduelle	44	213.361	-	79.619	-	2.889	-	44.519	-
	INTERACTION	5	87.659	0,41						
dw	Génotype au locus Na	1	56.970	0,64	306	0,009	397	0,40	36.202	0,88
	Familles	5	264.407	2,999**	162.399	4,90**	3.346	3,36**	52.386	1,27
	Résiduelle	45	88.843	-	33.115	-	993	-	41.123	-
	INTERACTION	5	21.854	0,25						

(1) rapport à la variance résiduelle

*- = $P < 0,05$

**- = $P < 0,01$

L'analyse de variance sur ces caractères indique seulement chez les poules Normales un effet du génotype Na na significatif à 1 % pour la consommation alimentaire (O) tandis que chez les poules naines nous ne relevons aucune différence significative.

Les différences entre familles, en revanche, sont significatives aux seuils de 5 et 1 pour cent pour trois caractères sur les quatre analysés (à l'exclusion du poids des oeufs) chez les poules naines, alors que chez les poules normales une différence significative entre familles (1 pour cent) apparaît seulement pour le poids des oeufs.

Le tableau suivant contient les corrélations entre les caractères analysés ci-dessus, pour l'ensemble des poules normales d'une part et l'ensemble des poules naines d'autre part. (Remarquons que l'on considère la racine carrée du poids $P^{O,5}$ et non le poids étant donné que c'est la racine qui est utilisée pour le calcul de l'équation de régression).

-TABLEAU 14- Corrélations phénotypiques entre consommation alimentaire (O) racine carrée du poids ($P^{O,5}$) variation de poids (ΔP) et poids des oeufs (E).

GENOTYPE	CARACTERE	n(1)	r
Dw	$O - P^{O,5}$	56	0,603 **
	$O - \Delta P$		0,522 **
	$O - E$		0,585 **
	$P^{O,5} - \Delta P$		0,440 **
	$P^{O,5} - E$		0,084
	$\Delta P - E$		0,102
dw	$O - P^{O,5}$	57	0,687 **
	$O - \Delta P$		0,449 **
	$O - E$		0,432 **
	$P^{O,5} - \Delta P$		0,405 **
	$P^{O,5} - E$		0,003
	$\Delta P - E$		- 0,162

(1) n = effectif. - ** = seuil de 1 pour cent

.../...

Pour les poules Normales comme pour les poules naines les corrélations entre la consommation observée et les autres caractères (poids, gain de poids, et poids des oeufs) sont hautement significatives.

Les corrélations entre les variables "indépendantes" ($P^{0,5}$, ΔP et E) ne sont pas significatives à l'exception de $P^{0,5}$ et ΔP ce qui est normal comme expliqué précedemment (cf. chapitre II, 2, a).

b)- Mesures corrigées : consommation résiduelle R.

D'après la méthode de BYERLY (1941) nous avons établi les équations de régression par génotype (comme dans ce qui précède, nous ne signalons pas ici le terme constant) :

Dw

$$Na\ na\ T = 104,02\ P^{0,5} + 2,67\ \Delta P + 0,907\ E$$

$$na\ na\ T = 62,99\ P^{0,5} + 2,34\ \Delta P + 0,991\ E$$

dw

$$Na\ na\ T = 61,60\ P^{0,5} + 3,80\ \Delta P + 0,748\ E$$

$$na\ na\ T = 70,85\ P^{0,5} + 2,79\ \Delta P + 0,864\ E$$

Bien que chez les poules normales le coefficient affectant le poids soit peu élevé, nous ne relevons de différence significative au locus Na pour aucun des coefficients comme l'indique le tableau suivant :

-TABLEAU 15- Test de la différence des coefficients.

Désignation des coefficients	Dw	dw
$P^{0,5}$	t = 1,54 N.S.	t = 0,49 N.S.
ΔP	t = 0,50 N.S.	t = 0,62 N.S.
E	t = 0,42 N.S.	t = 0,35 N.S.

.../...

En définitive nous pouvons établir deux équations communes aux génotypes Na na et na na : une pour les poules normales, et une pour les poules naines :

$$Dw\ T = 83,97\ P^{0,5} + 2,68\ \Delta P + 1,135\ E$$

$$dw\ T = 69,49\ P^{0,5} + 2,83\ \Delta P + 0,766\ E$$

La valeur du coefficient de corrélation multiple entre la consommation observée et la consommation estimée est de 0,71 pour les poules Dw et de 0,73 pour les poules de génotype dw. A partir de ces équations (en tenant compte du terme constant) nous avons calculé pour chaque poule sa consommation résiduelle R. La moyenne de ces valeurs pour les poules de génotype Dw Na na dépasse de 313 g par 28 jours celle des poules de génotype Dw na na tandis que chez les poules naines une différence de 129 g est associée au locus Na, ce qui représente respectivement 7,9 pour cent et 4,5 pour cent de la consommation moyenne brute. Le tableau suivant contient l'analyse de variance sur ce facteur R.

-TABLEAU 16- Analyse de variance pour la consommation résiduelle en g par 28 j.

	Source de variation	D.L.	VARIANCE	F	Signification
Dw	- Génotype au locus Na	1	794.324	15,55	P < 0,01
	- Familles	5	53.688	1,05	N.S.
	- Interaction	5	49.799	0,97	N.S.
	- Résiduelle	44	51.071	-	-
dw	- Génotype au locus Na	1	179.799	8,61	P < 0,01
	- Familles	5	60.129	2,88	P = 0,05
	- Interaction	5	5.451	0,26	N.S.
	- Résiduelle	45	20.882	-	-

.../...

Comme pour la consommation observée, la différence de consommation résiduelle associée au locus Na est hautement significative chez les poules Normales ($P < 0,01$) et le devient ($P < 0,01$) chez les poules naines. D'ailleurs si l'on détaille la comparaison entre les génotypes Na na et na na à l'intérieur des familles on s'aperçoit que les poules "Cou nu" ont une consommation résiduelle plus grande que leurs soeurs "non cou nu" dans les 6 familles testées et ce, aussi bien chez les poules normales que chez les poules naines.

Les différences de consommation résiduelle entre familles ne sont significatives ($P< 0,05$) que chez les naines (différence de 251 g entre familles extrêmes soit 8,9 % de la consommation brute).

c)- Mesures "semi-corrigées" : consommation "semi-résiduelle" R'.

Pour ce facteur nous avons effectué l'analyse de variance résumée dans le tableau ci-après.

-TABLEAU 17- Analyse de variance de la consommation "semi résiduelle" R'.

	Source de variation	D.L.	VARIANCE	F	Signification
Dw	- Génotypes	1	768.112	11;46	P < 0,01
	- Familles	5	25.534	0,38	N.S.
	- Interaction	5	84,137	1,26	N.S.
	- Résiduelle	44	67.007	-	-
dw	- Génotypes	1	126.738	4,27	P < 0,05
	- Familles	5	86.351	2,91	P < 0,05
	- Interaction	5	6.711	0,23	N.S.
	- Résiduelle	45	29.663	-	-

.../...

Comme pour la consommation résiduelle, la différence de consommation "semi résiduelle" associée au locus Na est hautement significative chez les poules normales ($P < 0,01$) et est à la limite de la signification chez les naines ($P < 0,05$). Ce résultat était attendu du fait même qu'il n'y a pratiquement pas de différence de variation de poids associée au gène Na. En fait, la moyenne des valeurs de R' pour les poules de génotype Dw Na na dépasse de 285 g celle des poules de génotype Dw na na, tandis que chez les naines cette différence est de 110 g.

De même les différences de consommation semi résiduelle entre familles ne sont significatives ($P < 0,05$) que chez les poules naines.

d)- Etat d'engraissement.

Comme nous l'avons déjà signalé (chapître II, 2 d) une différence de gain de poids adulte correspondrait en partie à une différence d'état d'engraissement. Comme nous n'avons pu effectuer des prélèvements de graisse abdominale, nous noterons seulement (voir tableau 12) qu'il n'existe pas de différence de gain de poids relative au locus Na, aussi bien chez les poules Normales que chez les poules naines.

A titre indicatif, à la suite de la courte expérience effectuée en 1971, nous avons pesé la graisse abdominale de 22 couples de poules soeurs : 11 couples de poules Normales et 11 de poules naines différant pour le locus Na. Les résultats suivants avaient été enregistrés (exprimés en pour cent du poids du corps) :

Dw Na : 3,66	dw Na : 2,61
Dw na : 3,44	dw Na : 2,60

Ainsi nous ne trouvions pas de différence d'état d'engraissement relative au locus Na.

.../...

Indépendamment du gène Na, nous remarquerons qu'en 1972 (voir tableau 12) les poules naines ont un gain de poids de 35 g/28 jours alors que leurs soeurs normales ont un gain de poids de 75 g/28 jours. En 1971 nous avions un pourcentage de graisse de 2,60 pour les poules naines contre 3,50 pour les poules normales. Or, chez les jeunes la quantité de graisse a toujours été trouvée supérieure chez les animaux nains. Nous n'avons pas connaissance de tels résultats chez des adultes.

EN CONCLUSION, un mauvais rendement alimentaire paraît associé au locus Na (consommation augmentée de 8 pour cent chez les poules normales et de 4,5 pour cent chez les poules naines) Un résultat dans ce sens était attendu (mais son amplitude restait à vérifier) du fait que les poules "Cou nu" ont des déperditions énergétiques supérieures et ceci malgré une température modérée de 18° environ. Notons que SIMON (1972) n'avait pas trouvé sur les jeunes de différence de consommation associée au gène cou nu.

L'INGESTION plus grande d'aliment n'a pas pour conséquence d'augmenter le gain de poids et donc les tissus gras, mais doit permettre de maintenir l'équilibre énergétique de l'animal (augmentation des besoins calorifiques).

Il ne paraît donc nullement souhaitable d'introduire ce gène dans une souche de taille normale (dépenses alimentaires beaucoup trop élevées).

Chez les poules naines, la différence de 4,5 pour cent semblerait montrer que dw limite peut-être les dépenses énergétiques mais l'intérêt de l'introduction de Na dans une souche nanifiée reste à démontrer (dépense alimentaire accrue, mais intensité de ponte supérieure). Une nouvelle expérience sur ces gènes est envisagée avec comme condition supplémentaire une température bien plus élevée.

.../...

CHAPITRE V - RESULTATS CONCERNANT UNE SOUCHE "PONTE" : M99

En 1971, d'octobre à janvier, 102 poules issues de 8 familles de pères, d'une souche "ponte" M99 ont été testées. Elle proviennent de la Station expérimentale du Magneraud. Elles étaient homogènes quant à leur phénotype : plumage rouge (s) crête simple (r) pattes et peau blanches (W).

Le but de cette expérience était de chercher l'existence de différences familiales (et accessoirement de tester le matériel et le local nouveau dont nous disposions).

a)- Mesures brutes : consommation observée O.

Le tableau suivant comprend les moyennes par 28 jours de chaque famille pour les différentes variables (P, ΔP, E et O).

-TABLEAU 18- Moyennes par familles pour O, P, ΔP, E en g/28 j.

Caractère	Famille 06	F 09	F 11	F 12	F 13	F 14	F 15	F 19
O	3.016	3.352	3.242	2.974	3.299	3.054	3.228	3.334
P	1.827	1.844	1.784	1.743	1.799	1.805	1.853	2.019
ΔP	+8,7	+18,9	+8,3	-0,05	-1,95	+16,0	+16,10	+37,75
E	879	1.009	949	882	1.007	939	974	912

.../...

On constate qu'il existe des différences importantes de consommation O entre les familles.

L'analyse de variance sur ce facteur O suivant les facteurs contrôlés "pères" et "cotés" (1) figure dans le tableau suivant :

-TABLEAU 19- Analyse de variance sur O.

Source de variation	D.L.	Variance	F(*)	Signification
- Côtés	1	199.662	2,15	N.S.
- Familles	7	317.994	3,43	P < 0,01
- Interaction	7	169.482	1,82	N.S.
- Résiduelle	86	92.170	-	-

(*)- Rapport à la variance résiduelle.

Il se révèle que les différences familiales observées pour la consommation sont significatives au seuil de 1 pour cent. Il n'y a pas de différence entre "côtés" du poulailler.

Pour les autres variables (poids, gain de poids et poids des oeufs) seule la différence entre familles pour le poids s'avère significative au seuil de 1 pour cent.

D'autre part, le tableau suivant mentionne les corrélations entre la consommation observée et les facteurs qui en sont responsables : P, ΔP et E et les corrélations entre ces facteurs "indépendants". .../...

(1)- Le poulailler possède des fenêtres sur un côté. Comme la batterie est double, la moitié des poules est face à la fenêtre, l'autre moitié face au mur. Une installation électrique compense un éventuel manque de lumière côté mur.

-TABLEAU 20- corrélations phénotypiques entre (O), $\sqrt{P}$, ΔP et E.

Caractère	n (1)	r	Signification
O - $P^{O,5}$	101	0,517	P < 0,01
O - ΔP		0,501	P < 0,01
O - E		0,678	P < 0,01
$P^{O,5}$ - ΔP		0,281	P = 0,01
P - E		0,147	N.S.
Δ P - E		0,108	N.S.

(1)- effectif.

Les corrélations entre la consommation observée et les autres caractères sont hautement significatives. Sur les caractères "indépendants" elles ne sont pas significatives, à l'exception de $\sqrt{P}$ et ΔP (ce qui est normal comme nous l'avons indiqué précédemment).

b)- Mesures corrigées : consommation résiduelle R.

D'après la méthode de BYERLY (1941) nous avons établi l'équation de régression multiple (en omettant le terme constant) :

$$T = 53,56\ P^{O,5} + 3,24\ \Delta P + 1,072\ E$$

La valeur du coefficient de corrélation multiple entre la consommation et les autres variables est de : 0,859.

.../...

A partir de l'équation la consommation résiduelle pour chaque individu a été calculée et une analyse de variance a été effectuée avec les facteurs contrôlés "cotés" et "familles".

-TABLEAU 21- Analyse de variance sur R.

Source de variation	D.L.	Variance	F *	Signification
- Côtés	1	76.732	3,57	N.S.
- Familles	7	98.188	4,57	P < 0,01
- Interaction	7	29.384	1,37	N.S.
- Résiduelle	86	21.494	-	-

* - Rapport à la variance résiduelle.

Il n'y a pas de différence de consommation résiduelle suivant le côté du poulailler (tout comme pour O). Par contre, les différences familiales sont hautement significatives (P < O,O1). Pour les familles extrêmes nous avons une différence de 257 g/28 jours ce qui représente 8,1 pour cent de la consommation moyenne observée.

c)- Mesures semi-corrigées : consommation semi résiduelle R'.

Pour ce facteur nous avons effectué l'analyse de variance suivante avec les facteurs contrôlés "côtés" et "familles".

.../...

-TABLEAU 22- Analyse de variance sur R'.

Source de variation	D.L.	Variance	F (1)	Signification
- Côtés	1	62.734	1,62	N.S.
- Familles	7	94.506	2,44	P < 0,01
- Interaction	7	22.743	0,59	N.S.
- Résiduelle	86	38.692	-	-

(1)- Rapport à la variance résiduelle

Tout comme pour la consommation observée et la consommation résiduelle il n'y a pas d'effet "côté" du poulailler sur ce facteur.

Les différences familiales bien que moins importantes (219 g soit 6,9 pour cent de la consommation moyenne brute) restent significatives au seuil de 1 pour cent.

EN DEFINITIVE, à l'intérieur d'une souche, des différences familiales de consommation alimentaire à poids et production égale sont suggérées. Ceci montre que dans une souche sélectionnée pour la ponte il serait possible de réduire les dépenses alimentaires par sélection soit individuelle soit familiale sur les facteurs R (consommation résiduelle) ou R' (consommation semi-résiduelle).

.../...

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Ces résultats conduisent à un certain nombre de remarques.

Tout d'abord les coefficients des équations de régression trouvés sont très voisins d'une expérience à l'autre. BYERLY (1941) avait trouvé une valeur pour α se situant entre 0,60 et 0,75. Pour notre part, nous avons trouvé une valeur voisine de 0,50. Nous ne discuterons pas cette valeur et ne lui attribuerons qu'une signification statistique (PROD'HOMME, 1965).

Pour comparer la consommation alimentaire des pondeuses, la consommation brute observée ne permet pas toujours de mettre en évidence des différences et l'interprétation s'avère d'autant plus difficile que la consommation dépend pour une très large part du poids de l'individu et de sa production.

A l'aide d'une mesure de la consommation corrigée pour ces facteurs (facteur R) il est permis de comparer des individus ayant des performances observées différentes.

Des facteurs génétiques responsables de la variation de la consommation alimentaire indépendamment du poids corporel, de la variation de poids et de la ponte paraissent à la lumière de l'ensemble de nos résultats associés à certains loci de coloration du plumage (C, I, E) à un locus d'emplacement restreint (Na) et peut-être à un locus (W) de pigmentation de la patte. Ce n'est apparemment pas un hasard si les poules "blanches", que ce soit pour le blanc dominant Ii ou le blanc récessif cc, comparées à leurs soeurs colorées ii, ou Cc ont un RENDEMENT ALIMENTAIRE meilleur, c'est-à-dire une consommation alimentaire résiduelle moindre.

En effet, sur les 4 expériences répétées dans des conditions identiques, nous observons deux fois des différences

.../...

significatives et les 2 autres fois des différences un peu plus faibles mais toujours dans le même sens. De même les résultats succincts sur les poules à noir restreint dans le plumage (e) comparées à leurs soeurs à noir étendu (E) vont dans le même sens

Il est tentant de supposer que les effets associés à ces loci représentent une action pléiotropique, ou sinon l'on devrait supposer dans chaque cas l'existence d'un linkage relativement étroit (les gènes étudiés étant maintenus en ségrégation depuis plus de 10 générations) entre l'allèle responsable de l'absence de pigmentation et un facteur de moindre consommation.

Nous avons constaté que les poules "blanches" ont un gain de poids inférieur à leurs soeurs"colorées". Ceci serait peut-être la conséquence d'une INGESTION plus grande d'aliment pour les poules "colorées" à poids et ponte égale (facteur R'), le surplus d'aliment consommé servant à cet âge à l'élaboration d'une plus grande quantité de tissus gras (sur un échantillon nous avons trouvé une corrélation importante entre gain de poids adulte et poids de la graisse abdominale).

Bien entendu, en association avec les facteurs génétiques, il serait intéressant de rechercher les causes des différences de comportement alimentaire ayant un effet sur l'appétit. On pourrait penser à un effet physique (thermorégulation différente) ou encore à un effet d'ordre biochimique qui aurait une répercussion sur la régulation de l'appétit (différence du taux de glucose sanguin responsable de la sensation de la faim en stimulant "Le centre de la faim" qui se trouve dans l'Hypotalamus).

D'autres différences,peu importantes mais diverses ont été rencontrées entre génotypes opposés pour la pigmentation du plumage : croissance (cf. revues par SMYTH, 1969, MERAT, 1970 -a) épaisseur et coloration des coquilles (MERAT, 1970 -b) : on pourrait peut-être chercher une interprétation à la lumière d'une consommation alimentaire différente.

.../...

Quant à l'effet du gène d'emplumement restreint (Na) l'ingestion plus importante d'aliment sert principalement à compenser les déperditions énergétiques entrainées par les zones non emplumées (pas de différence de gain de poids). Cependant ce gène augmenterait davantage la consommation alimentaire chez les poules normales (Dw-) que les poules naines (dw-). Il est permis de se demander si dw n'empêche pas en partie cette surconsommation alimentaire.

D'autre part des résultats sur notre troupeau apparaître une ponte supérieure des poules Na na en présence de dw- (MERAT, données non publiées). L'introduction de Na dans une souche nanifiée pourrait dans ce cas être envisagée.

En dehors de différences associées à des loci identifiées, des différences familiales importantes pour la consommation corrigée ou semi-corrigée ont été constatées. Suivant les expériences celles-ci varient de 7 à 12 % de la consommation moyenne brute et atteignent un seuil de signification inférieur à 1 pour cent en 1965, 1970, 1971 (M99), et s'approchent du seuil de signification en 1968, 1971 et 1972.

A notre connaissance, en ce qui concerne les facteurs R, consommation résiduelle et R' consommation semi-résiduelle, cette variabilité familiale aussi bien que génétique a été rarement mise en évidence.

Du point de vue pratique nos résultats peuvent présenter quelque intérêt :

- les poules blanches ayant tendance à sous-consommer légèrement par rapport aux colorées, seraient des productrices d'oeufs et de poussins plus rentables ;

- s'il s'agit d'une liaison pléiotropique entre coloration du plumage et rendement alimentaire, il pourrait être légitime de tenir compte du degré de melanisation pour la création de souches de pondeuses à bonne rentabilité.

.../...

Ainsi l'introduction de facteurs mendéliens simples se révélant intéressant pour la consommation serait une aide en sélection pour la ponte.

- d'autre part, les différences familiales importantes quant à la consommation résiduelle ou semi-résiduelle nous laissent penser que l'on devrait tenir compte de ce facteur en sélection. Sur un troupeau, en début de ponte l'élimination des familles qui surconsomment diminuerait de façon sensible les dépenses alimentaires pour une même production, ce qui augmenterait la rentabilité du troupeau ;

- de même dans les plans de rationnement où une restriction uniforme est appliquée, il semblerait utile de ne point négliger le facteur famille.

Enfin, il semblerait logique de rationner un peu moins strictement les poules blanches que les poules colorées (même à format égal au début du rationnement).

°

IIème PARTIE - CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE CONSOMMATION ET CARACTERES QUANTITATIFS

Un grand nombre de travaux que nous ne citerons pas traite de l'augmentation ou de la diminution de la production - nombre d'oeufs, poids de l'oeuf, maturité sexuelle - par la modification de certaines composantes de l'aliment. La ration doit apporter une proportion suffisante de protéines et d'acides aminés si l'on ne veut pas diminuer la taille de l'oeuf. La maturité sexuelle peut être retardée par les régimes alimentaires très faibles en énergie ou insuffisants en protéines ou en acides aminés essentiels.

Avec un régime équilibré certains auteurs pensent que la taille de l'oeuf dépend essentiellement de l'ingestion. Lorsque la consommation d'aliment est restreinte par :

- le temps d'alimentation
- la limitation des aliments,

la taille de l'oeuf diminue, alors que le taux de production ne s'abaisse que si des restrictions mesurées de nourriture sont pratiquées.

A la suite des résultats trouvés dans la 1ère partie du présent travail et des conclusions suggérées - possibilité de sélection sur la consommation "résiduelle" "R" ou "semi-résiduelle" "R'" il nous a paru utile de rechercher l'existence de liaisons entre une moindre consommation et les caractères quantitatifs des individus.

.../...

Dans un même ordre d'idée, l'estimation de l'héritabilité de la consommation serait d'une grande utilité pour la sélection sur ce facteur. Nous n'avons pas connaissance d'un tel résultat dans la littérature.

- MATERIEL -

La recherche de liaisons éventuelles est effectuée à partir des expériences réalisées en 1967, 1970, 1971 et 1972 et qui sont décrites en 1ère partie. En 1970 et 1971 des coqs frères ou 1/2 frères des poules testées sont aussi contrôlés pour la consommation.

SUR CHAQUE INDIVIDU les mesures suivantes sont enregistrées :

a- Mesures de croissance :

Poids à 1 jour, poids à 4 semaines, poids à 8 semaines, poids adulte (ce qui nous permet d'avoir la différence entre poids adulte et poids à 8 semaines) ;

b- Mesures de la production :

Age au 1er oeuf, nombre d'oeufs, poids moyen de l'oeuf et certaines composantes de l'oeuf : hauteur de l'albumen et épaisseur de la coquille. Certaines poules contrôlées quant à la consommation sont mises en reproduction ce qui permet de connaître la croissance de leurs enfants.

En 1971, les poules contrôlées étaient des filles de poules testées en 1970.

- METHODES -

L'analyse des résultats comprend :

I- Estimation des corrélations phénotypiques

1.- entre consommation observée O et les mesures enregistrées de croissance et de production de l'individu

.../...

2.- une estimation parallèle est faite avec la consommation "résiduelle" R ;

3.- même estimation mais avec la consommation "semi-résiduelle" R'. Pour ce facteur nous avons estimé la corrélation avec la variation de poids ΔP au stade adulte.

II- ESTIMATION DES CORRELATIONS PHENOTYPIQUES

1.- entre consommation observée de la mère et poids moyen des descendants mâles et femelles à 4 et 8 semaines ;

2.- même estimation avec la consommation "résiduelle" R ;

3.- estimation identique avec la consommation "semi-résiduelle" R'.

III- ESTIMATION DE L'HERITABILITE DE LA CONSOMMATION

1.- corrélations entre moyenne de consommation des frères et des soeurs pour O (consommation observée) R (consommation résiduelle) et R' (consommation semi-résiduelle) ;

2.- corrélations phénotypiques mères-fils et mères-filles pour O, R et R'.

°

° °

.../...

CHAPITRE I - CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE CONSOMMATION ET PERFORMANCES DE L'INDIVIDU.

Le tableau 23 indique les effectifs utilisés pour le calcul des corrélations entre O (consommation observée) R (consommation résiduelle) ou R' (consommation semi-résiduelle) par année et par caractère et performances de l'individu.

-TABLEAU 23 - Effectifs utilisés pour les corrélations avec O,R ou R'.

CARACTERE	1967		1970		1971		1972		
	Cc	cc	Ii	ii	Ii	ii	M99	Dw-	dw-
Poids à 1 jour	29	28	37	35	42	43	102	56	57
Poids à 4 semaines	29	28	37	35	42	43	102	56	57
Poids à 8 semaines	29	28	37	35	42	43	102	56	57
8mois-8semaines			37	35	42	43	102	56	57
Age au 1er oeuf	29	28	37	35	42	43	102		
Nombre d'oeufs	29	28	37	35	42	43	102	56	57
Poids moyen de l'oeuf	29	28	37	35	42	43	102	56	57
Epaisseur de l'albumen	28	23	33	34	38	38	94	51	52
Epaisseur de la coquille	28	23	33	34	38	38	94	51	52

1.- CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE O ET MESURES ENREGISTREES SUR L'INDIVIDU

Les corrélations estimées entre ces variables sont résumées dans le tableau 24.

.../...

-TABLEAU 24- Corrélations phénotypiques entre O et performances de l'individu.

CARACTERE	1967		1970		1971			1972	
	Cc	cc	Ii	ii	Ii	ii	M99	Dw-	dw-
Poids à 1jour	-0,002	+0,001	+0,256	+0,220	+0,288	-0,033		+0,247	+0,130
Poids à 4 semaines	+0,055	+0,277	+0,294	+0,154	-0,093	+0,129	+0,099	+0,361**	+0,257
Poids à 8 semaines	+0,225	+0,328	+0,342**	+0,223	-0,029	+0,038	+0,218*	+0,578**	+0,129
Adulte-8 semaines			+0,292	+0,555**	+0,459**	+0,226	+0,384**	+0,318	+0,553**
Age au 1er oeuf	-0,226	+0,051	-0,050	+0,079	+0,383*	+0,102	-0,348**		
Nombre d'oeufs	+0,654**	+0,482**	-0,377*	+0,282	+0,495**	+0,337	+0,610**	+0,529**	-0,341*
Poids moyen de l'oeuf	+0,211	+0,199	+0,398*	+0,475**	+0,117	+0,232	+0,364**	+0,310*	+0,326*
Epaisseur de l'albumen	+0,401*	+0,237	-0,009	+0,054	+0,100	+0,086	-0,234**	+0,121	-0,144
Epaisseur de la coquille	-0,074	+0,015	+0,048	+0,180	-0,285	-0,149	+0,025	-0,176	+0,046

*- significatif au seuil de 5 pour cent - **- significatif au seuil de 1 pour cent

-Concernant la croissance pondérale de l'individu, il semble y avoir une liaison entre consommation observée et taux de croissance (adulte-8 semaines), la corrélation toujours positive étant significative cinq fois sur sept. De même pour le poids à 8 semaines, une corrélation positive existe avec la consommation observée.

-Avec la production, en particulier le nombre et le poids de l'oeuf la corrélation est toujours positive et souvent significative. Pour les autres variables : âge au 1er oeuf, épaisseur de l'albumen et épaisseur de la coquille, nous ne relevons pas de corrélations très nettes celles-ci étant tantôt positives, tantôt négatives.

Ces corrélations avec la consommation observée ne sont signalées qu'à titre comparatif (comparaison avec la valeur des corrélations obtenues avec R ou R'). La consommation observée dépendant du poids et de la production il semble normal de trouver une corrélation entre taux de croissance et consommation, il en est de même avec la production (nombre d'oeufs, poids de l'oeuf). Pour la corrélation entre consommation adulte et poids à 8 semaines celle-ci peut s'expliquer par le fait que les 2 variables (poids à 8 semaines et poids adulte) sont assez liées.

2.- CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE CONSOMMATION "RESIDUELLE"R ET MESURES ENREGISTREES SUR L'INDIVIDU

Les valeurs des coefficients de corrélation entre la variable R et les mesures enregistrées sur l'individu se trouvent reportées dans le tableau 25.

.../...

-TABLEAU 25- Corrélations phénotypiques entre R et performances de l'individu.

Caractère	1967		1970		1971			1972	
	Cc	cc	Ii	ii	Ii	ii	M99	Dw-	dw-
Poids à 1 jour	-0,156	-0,022	+0,202	+0,154	+0,176	-0,029		+0,159	+0,068
Poids à 4 semaines	-0,168	+0,099	+0,207	+0,025	-0,093	+0,231	-0,019	-0,007	+0,057
Poids à 8 semaines	-0,179	+0,153	+0,268	+0,046	-0,159	+0,054	+0,075	+0,213	-0,019
Adulte-8 semaines			-0,115	+0,054	+0,186	-0,209	+0,048	-0,064	+0,049
Age au ler oeuf	-0,073	+0,199	-0,019	+0,040	+0,435**	+0,263	-0,103		
Nombre d'oeufs	+0,316	+0,151	-0,006	-0,080	+0,041	+0,131	-0,022	-0,004	-0,105
Poids moyen de l'oeuf	-0,303	-0,095	-0,034	+0,104	-0,260	-0,179	+0,150	-0,031	+0,185
Epaisseur de l'albumen	-0,150	+0,018	+0,102	-0,105	-0,186	+0,003	-0,035	+0,179	-0,231
Epaisseur de la coquille	+0,138	+0,233	+0,143	+0,282	-0,271	-0,074	-0,217 *	-0,136	-0,019

** significatif au seuil de 1 pour cent - * significatif au seuil de 5 pour cent

-La croissance de l'individu ne semble pas présenter de liaisons avec le facteur R, les corrélations notées, tantôt positives, tantôt négatives n'étant jamais significatives.

-Pour la production, tout comme pour la croissance, nous ne relevons pas de corrélations avec le facteur R, celles-ci étant faibles et tantôt positives tantôt négatives.

Au passage nous ne notons pas de différence entre la valeur des coefficients de corrélation associés aux génotypes étudiés.

Cependant nous signalerons un résultat de O'NEIL (1)
Des expériences avec des pondeuses ont indiqué que les sujets ayant un fort pourcentage de taille à l'éclosion (par pourcentage de taille l'auteur entend : $\frac{\text{Poids des oeufs}}{\text{Poids des poussins}}$) ont une efficacité alimentaire relative élevée lorsqu'elles commencent à pondre. Un pourcentage de taille faible est lié à une efficacité relative basse.

Par efficacité relative cet auteur entend :

$$\frac{\text{consommation prévue}}{\text{consommation réelle}}$$

En ce qui nous concerne, la consommation "résiduelle" ne correspond pas à ce rapport puisque l'on fait la différence entre consommation observée et consommation calculée. C'est peut-être ce qui explique que nous ne trouvions pas de corrélation entre poids à 1 jour et consommation "résiduelle". Sur une année en 1970 nous avons calculé ce pourcentage de taille et trouvons comme valeur des coefficients de corrélation pour Ii et ii : + 0,154 et + 0,158 (valeurs analogues à celles obtenues avec le poids à 1 jour ce qui fait que nous utilisons le poids à 1 jour et non le rapport poids des oeufs/poids des poussins.

3.- CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE CONSOMMATION "SEMI-RESIDUELLE" R' ET MESURES ENREGISTREES SUR L'INDIVIDU

Les corrélations se trouvent résumées dans le tableau 26.

.../...

(1)- publié par le courrier avicole (1971)

-TABLEAU 26- Corrélations phénotypiques entre R' et performances de l'individu.

Caractère	1967		1970		1971			1972	
	Cc	cc	Ii	ii	Ii	ii	M99	Dw-	dw-
Poids à 1 jour	-0,163	-0,016	+0,179	+0,194	+0,280	-0,109		+0,121	-0,003
Poids à 4 semaines	-0,181	+0,108	+0,190	+0,010	-0,130	+0,213	-0,032	+0,093	+0,031
Poids à 8 semaines	-0,189	+0,178	+0,268	+0,030	-0,168	+0,044	+0,059	+0,340 *	-0,043
Adulte-8 semaines			-0,018	+0,248	+0,169	-0,148	+0,094	-0,055	-0,016
ΔP adulte	+0,038	+0,242	+0,509 **	+0,511**	+0,593**	+0,326 *	+0,566**	+0,459**	+0,496**
Age au ler oeuf	-0,201	+0,104	-0,080	+0,095	+0,440**	+0,083	-0,337**		
Nombre d'oeufs	+0,283	+0,112	+0,019	-0,050	+0,103	-0,103	+0,044	+0,026	-0,014
Poids moyen de l'oeuf	-0,290	-0,018	+0,108	+0,246	-0,191	-0,217	+0,112	+0,031	+0,150
Epaisseur de l'albumen	-0,139	-0,058	+0,073	-0,090	-0,119	+0,034	-0,181	+0,210	-0,272
Epaisseur de la coquille	+0,145	+0,263	+0,155	+0,150	-0,289	-0,180	-0,170	-0,274 *	-0,177

* significatif au seuil de 5 pour cent - ** significatif au seuil de 1 pour cent

Avec la croissance poids à 1 jour, poids à 4 semaines, poids à 8 semaines, adulte moins 8 semaines nous ne relevons pas de corrélations différentes de zéro, celles-ci étant tantôt positives, tantôt négatives.

Par contre la corrélation entre le facteur R' et la variation de poids ΔP est très significativement positive (ce qui paraît logique puisque ΔP rentre dans le calcul de R') suggère la possibilité d'une sélection indirecte sur R' à partir de ΔP.

Avec la production nous ne relevons pas de corrélations significativement différentes de zéro.

De même nous ne notons pas de différence entre la valeur des coefficients de corrélation associée aux génotypes étudiés.

.../...

CHAPITRE II - CORRELATIONS PHENOTYPIQUES ENTRE CONSOMMATION ET CROISSANCE DES ENFANTS.

A titre indicatif nous présentons brièvement dans ce chapitre les corrélations entre la consommation des parents et la croissance des enfants. Il était intéressant de savoir si une restriction alimentaire appliquée à partir des facteurs R ou R' n'aurait pas une influence sur la croissance des enfants : c'est ce que l'on pourrait appeler des "effets maternels" d'origine alimentaire.

Dans le tableau 27 nous signalons le nombre de familles ayant été utilisées pour le calcul des corrélations et ce par année et par caractère. Nous avons regroupé les génotypes Ii et ii en 1970 et 1971 du fait d'un petit effectif et de l'absence de différence entre ces génotypes.

-TABLEAU 27- Nombre de familles ayant servi au calcul des corrélations.

CARACTERE	1967		1970		1971
	Cc	cc	Ii+ii	Ii+ii	M99
Poids à 4 semaines des enfants mâles	27	22	27	35	19
Poids à 4 semaines des enfants femelles	27	22	27	35	22
Poids à 8 semaines des enfants mâles	27	22	27	21	15
Poids à 8 semaines des enfants femelles	27	22	27	21	22

Les coefficients de corrélation trouvés dans les facteurs O (consommation observée) R (consommation résiduelle) et R' (consommation semi-résiduelle et la croissance des enfants

.../...

sont présentés dans les tableaux 28, 29 et 30.

-TABLEAU 28- Corrélations phénotypiques entre consommation observée et croissance des enfants.

CARACTERE	1967		1970	1971	
	Cc	cc	I1+I1	I1+I1	M99
Poids à 4 semaines des enfants mâles	+ 0,210	- 0,03	+0,465*	+ 0,092	+ 0,175
Poids à 4 semaines des enfants femelles	+ 0,245	+ 0,087	+0,402*	+ 0,137	+ 0,101
Poids à 8 semaines des enfants mâles	+ 0,339	+ 0,068	+0,553**	- 0,400	+ 0,280
Poids à 8 semaines des enfants femelles	+ 0,317	+ 0,309	+0,410*	- 0,386	+ 0,214

* significatif au seuil de 5 pour cent

** significatif au seuil de 1 pour cent

-TABLEAU 29- Corrélations phénotypiques entre consommation "résiduelle" R et croissance des enfants.

CARACTERE	1967		1970	1971	
	Cc	cc	I1+ii	Ii+ii	M99
Poids à 4 semaines des enfants mâles	-0,028	+0,044	+0,213	+0,167	+0,013
Poids à 4 semaines des enfants femelles	+0,087	-0,027	+0,013	+0,033	-0,218
Poids à 8 semaines des enfants mâles	+0,180	+0,033	+0,150	-0,031	-0,022
Poids à 8 semaines des enfants femelles	+0,221	+0,248	-0,134	-0,261	-0,058

-TABLEAU 30- Corrélations phénotypiques entre consommation "semi-Résiduelle" R' et croissance des enfants.

CARACTERE	1967		1970	1971	
	Cc	cc	Ii+ii	Ii+ii	M99
Poids à 4 semaines des enfants mâles	0,048	0,041	0,369	0,088	0,040
Poids à 4 semaines des enfants femelles	0,113	0,053	0,257	0,050	-0,074
Poids à 8 semaines des enfants mâles	0,262	- 0,005	0,180	- 0,173	0,072
Poids à 8 semaines des enfants femelles	0,211	0,297	0,191	- 0,343	0,137

Avec la consommation observée O nous remarquons une corrélation positive et significativement différente de zéro en 1970, mais pas les autres années. Comme déjà signalé au paragraphe précédent les corrélations avec cette consommation ne sont notées qu'à titre comparatif.

Avec les facteurs R (consommation résiduelle) et R' (consommation semi-résiduelle) nous ne relevons pas de corrélation significativement différente de zéro.

o

o o

.../...

APITRE III - CORRELATIONS FRERES-SOEURS POUR LES CONSOMMATIONS O, R et R' ET MERES-FILS ET FILLES POUR CES TROIS FACTEURS.

Dans ce chapitre nous signalons des résultats obtenus en 1970 et 1971 pour chacune des variables correspondant à la consommation d'aliment. La corrélation est faite entre moyenne des frères pour chacune des variables et moyenne des soeurs pour la variable analogue.

Les résultats sur les familles des frères étaient obtenus de la même façon que sur les poules. Etant donné le faible nombre de familles ayant servi à ce calcul les résultats sont groupés par année indépendemment du génotype.

La valeur de ces corrélations se trouve reportée dans le tableau suivant :

-TABLEAU 31- Corrélations phénotypiques entre consommation O,R, R' des soeurs et celles de leurs frères.

CARACTERE	1970		1971	
	n (1)	r	n (1)	r
-consommation observée O	21	+ 0,230	16	+ 0,064
-consommation "résiduelle" R	21	+ 0,320	16	+ 0,396
-consommation "semi-résiduelle" R'	21	+ 0,190	16	+ 0,251

(1)- nombre de famille

Nous ne notons pas de corrélations significativement différentes de zéro bien que toutes soient positives. Cependant il semblerait que pour la consommation "résiduelle" R une corrélation existe entre mâles et femelles. Malheureusement le faible nombre de familles ne permet pas de tirer de conclusion.

Par ailleurs en 1971 nous avons pu établir la corrélation entre la consommation de la mère et la moyenne de consommation des filles et des fils pour les variables O, R et R'.

Ces résultats se trouvent dans le tableau 32.

-TABLEAU 32- Corrélations phénotypiques entre mères/filles et mères/fils pour O, R, R'.

CARACTERE	mères/fils		mères/filles	
	n (1)	r	n (1)	r
-consommation observée	17	+ 0,219	18	- 0,015
-consommation résiduelle	17	+ 0,263	18	+ 0,515*
-consommation semi-résiduelle	17	+ 0,288	18	+ 0,162

(1)- nombre de familles

* - significatif au seuil de 5 pour cent

Entre consommation observée et "semi-résiduelle" de la mère et moyenne de consommation O et R' chez les enfants les corrélations ne sont pas significativement différentes de zéro.

Avec la consommation "résiduelle" R des mères et la moyenne des filles une corrélation positive et significativement différente de zéro est relevé, tandis qu'elle est positive mais non significative avec les fils. Un plus grand nombre de

.../...

familles sera nécessaire pour tirer une conclusion. Cependant le facteur "consommation résiduelle" semblerait assez héritable à la vue de ces résultats.

EN CONCLUSION : l'absence de corrélations entre les facteurs R et R' et les caractères de croissance et de production de l'individu d'une part, et la croissance des enfants d'autre part tend à démontrer que l'on peut tenir compte de ces facteurs en sélection sans pour cela diminuer les autres caractères de production.

Ce résultat est intéressant sur le plan pratique : une privation alimentaire même partielle provoque rapidement un arrêt de ponte alors que la poule conserve de larges réserves tissulaires (BLUM, 1962). Les graisses de réserve paraissent difficilement mobilisables. La composition en acide gras des lipides du vitellus ne reflète pas celle du tissu adipeux. Dans ces conditions, ces graisses de réserve apparaissent comme une surcharge inutile et coûteuse. Aussi cela justitie-t-il les restrictions tendant à limiter l'engraissement et milite en faveur de l'utilisation des indices R ou R'.

De même la corrélation positive importante entre consommation à poids et ponte égale et variation de poids suggère la possibilité d'une sélection indirecte sur le premier caractère à partir de l'observation du second. Ceci rejoint une remarque analogue de THOMAS (1957) à propos des poulets en croissance.

III^{ème} PARTIE
CONSOMMATIONS JOURNALIERES : RECHERCHE D'UNE METHODE RAPIDE D'ESTIMATION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Il paraît fort difficile d'améliorer la rentabilité d'un troupeau de pondeuses par sélection sur l'intensité de ponte celle-ci plafonnant déjà depuis plusieurs années (CLAYTON, 1968). A la suite de nos résultats nous avons suggéré dans la conclusion de la lère partie, d'estimer un index R, "Consommation résiduelle" ou R' qui permettrait par élimination individuelle ou familiale d'améliorer cette rentabilité. Cependant, cet indice n'a un réel intérêt que sur un plan de prospection : En sélection la consommation alimentaire ou plutôt l'indice de consommation est un facteur qui n'est pas encore pris en considération, car il nécessite trop de manipulations et est long à obtenir (NORDSKOG et al., 1969).

Aussi avons-nous envisagé dans cette troisième partie d'estimer la consommation brute à partir de mesures journalières relevées sur une courte période. Ceci permettrait d'établir l'index R en début de ponte (vers le 2ème mois) et par là de faire une sélection dans les conditions de la pratique.

Par des mesures indirectes et faciles à prendre comme celle de la consommation d'eau il serait peut-être possible également d'améliorer le rendement alimentaire du troupeau.

Enfin les mesures journalières nous ont permis d'aborder le problème de "comportement" alimentaire et hydrique chez les poules pondeuses.

MATERIEL ET METHODES.

Depuis 1970 nous effectuons à la fin des expériences décrites en 1ère partie (au cours de la 3ème période de 28 jours) une série de mesures journalières individuelles. Ces mesures portent sur 11 jours (en 1970) ou 16 jours consécutifs. Elles concernent les expériences faites en 1970 et 1971 sur le locus I, l'expérience effectuée sur la souche M 99 en 1971 et celle relative au locus Na en présence d'un gène de nanisme dw effectuée en 1972. Cette dernière année nous signalerons également des résultats obtenus sur coqs frères des poules testées pour les gènes Na et dw.

Par individu et par jour nous observons :

- la consommation alimentaire (mesurée en g) ;
- la consommation d'eau (mesurée en g) ;
- la production c'est-à-dire le poids de l'oeuf.

Un certain nombre d'informations concernant les caractéristiques des oeufs sont relevées :

- épaisseur de l'albumen ;
- épaisseur de la coquille ;
- couleur du jaune ;
- couleur de la coquille.

Les mesures sont effectuées tous les jours à la même heure.

Durant cette période la température du poulailler est enregistrée. Pour l'interprétation des résultats nous ne considérons que les poules ayant un taux de ponte supérieur à 30 pour cent pendant le contrôle journalier.

Les méthodes employées pour l'analyse des résultats sont décrites au début de chaque chapitre.

CHAPITRE I - CONSOMMATION ALIMENTAIRE JOURNALIERE

I - DIFFERENCES GENETIQUES.

Cette étude porte sur les expériences relatives au locus I en 1970 et 1971 et sur celle relative au locus Na en présence d'un gène de nanisme en 1972. Nous signalerons également des résultats obtenus sur des coqs en 1972 et relatifs à ces loci.

La moyenne de consommation alimentaire est calculée chaque jour pour les différents génotypes, ce qui nous permet de comparer graphiquement la consommation de chacun d'eux.

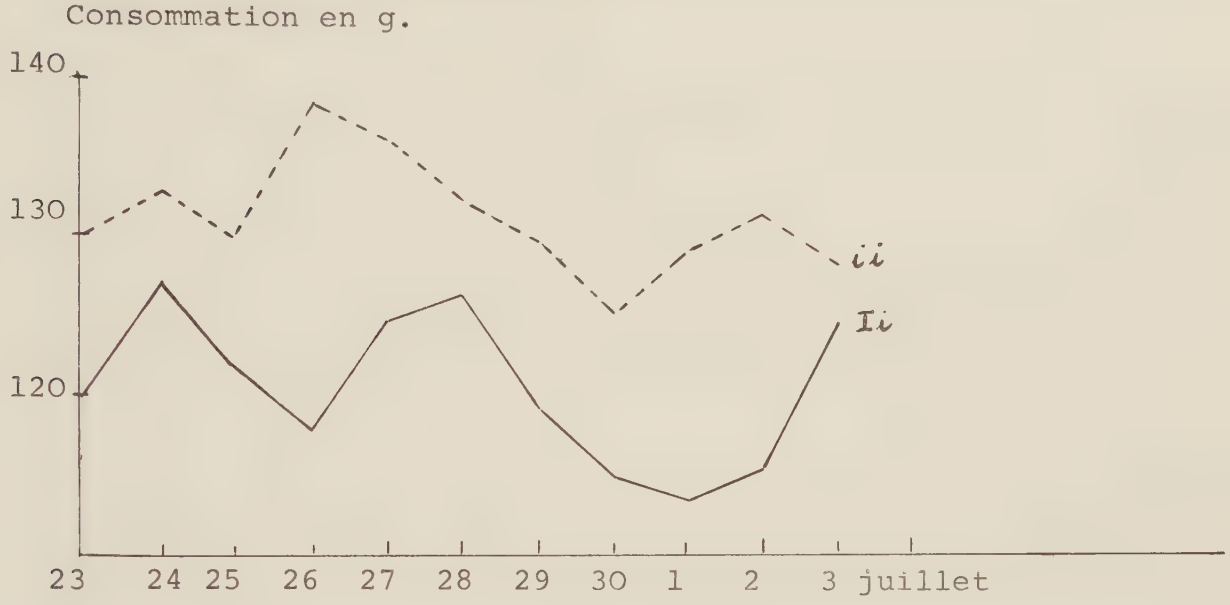
Les différences dj. entre consommation moyenne au jour j des poules de génotype G1 et des poules de génotypes G2 étant considérées comme des variables normales indépendantes, nous utilisons la "méthode des couples" (test t) pour comparer ces génotypes.

1) Consommation moyenne des poules colorées (ii) et blanches (Ii).

En 1970 cette étude portait sur 33 poules blanches (Ii) et 30 poules colorées (ii) tandis qu'en 1971 nous avions 38 poules Ii et 38 poules ii. Les résultats relatifs à ces 2 années sont représentés dans les graphiques 1 et 2.

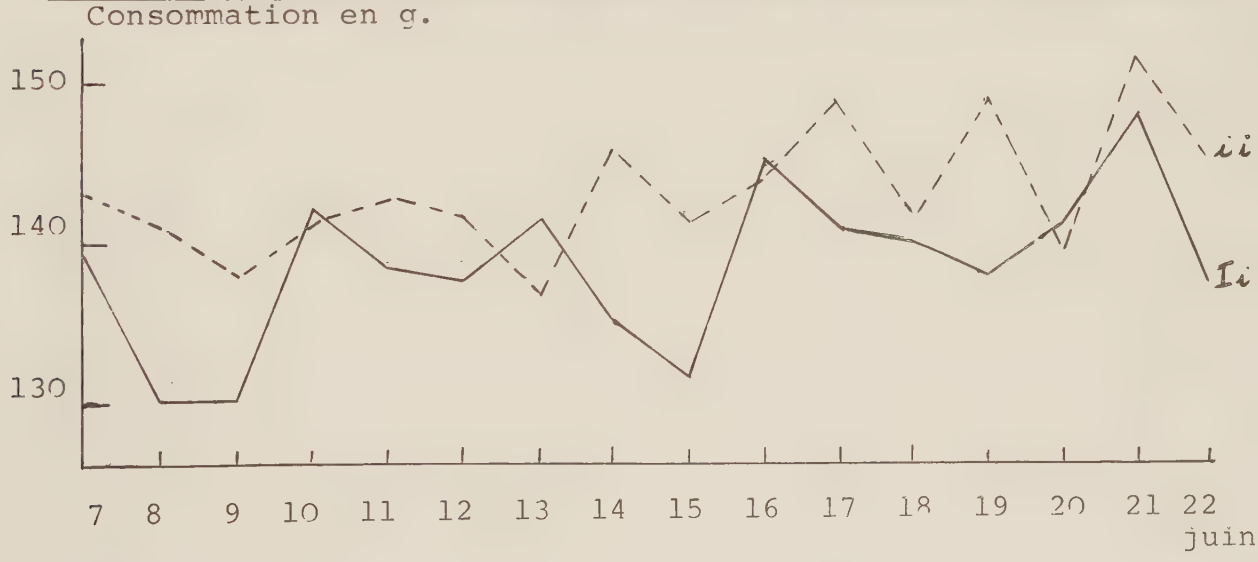
- Graphique 1 -

Consommation des poules blanches et colorées en 1970



- Graphique 2 -

Consommation des poules blanches (Ii) et colorées (ii) en 1971



En 1970, nous remarquons que 11 jours sur 11 la consommation moyenne des poules colorées est supérieure à celle des poules blanches. En 1971, elle la dépasse 12 fois sur 16 et la différence est très faible (1 à 3 g) pour trois des quatre autres jours.

En considérant les différences dj. entre consommation moyenne au jour j des poules ii et des poules Ii nous obtenons pour les 2 années une valeur moyenne de ces différences très significativement positive : en 1970 cette valeur est voisine de + 11,0 g d'où un t = 7,60 pour 11 D.L. ($P < 0,001$). En 1971, nous observons une différence de + 4,5 g significative au seuil de 1 pour cent (t = 3,47 avec 16 d.l., d'où $P < 0,001$).

La production moyenne d'oeufs des 2 génotypes était extrêmement voisine, les 2 années, pendant cette période. Il en est de même pour le poids corporel moyen. Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant :

- TABLEAU 33 -

PRODUCTION ET POIDS CORPOREL MOYEN PENDANT LA PERIODE DE CONTROLE JOURNALIER

Année	Génotype	Nombre d'oeufs	Poids des oeufs (en g)	Poids corporel en g
1970	Ii	6,57	340,8	2 068
	ii	6,83	358,9	2 166
1971	Ii	11,55	572,2	2 282
	ii	11,58	596,6	2 298

Ainsi la faible différence de performance observée quand à la production (nombre d'oeufs) et au poids corporel ne peut expliquer la différence de consommation observée durant cette période.

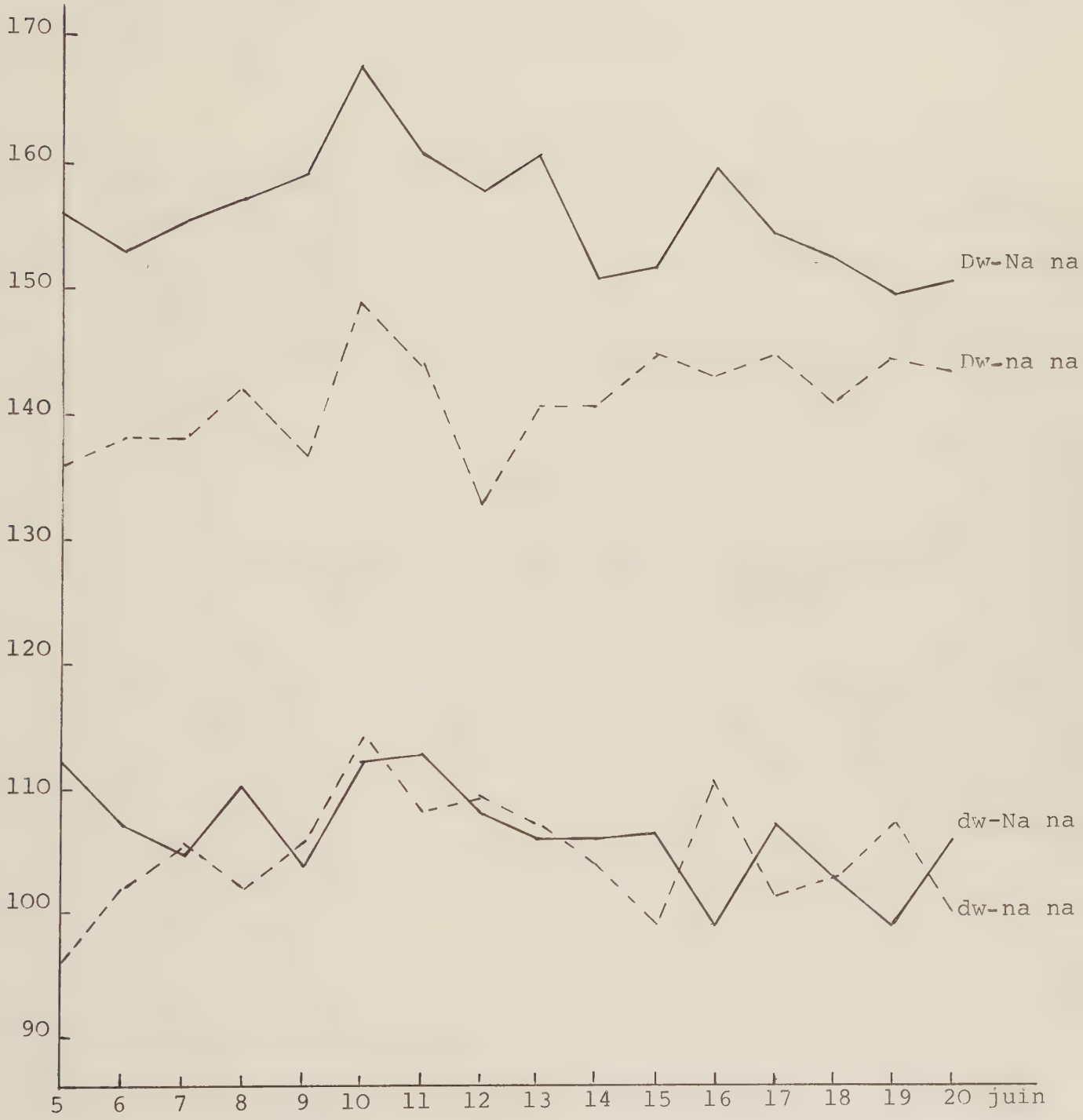
La différence de + 11,0 g en 1970 et + 4,5 g en 1971 représente respectivement 8,7 pour cent et 3,2 pour cent de la consommation moyenne observée sur cette période. Il est intéressant de noter que cette différence en pourcentage est voisine de celle observée en 28 jours sur 3 mois. En effet, en 1970 et 1971 (cf lère partie 2 - 2 - a) la différence de consommation brute moyenne entre les génotypes ii et Ii représentait 6 pour cent et 2 pour cent.

2) Consommation journalière moyenne des poules normales et des poules naines en présence du gène cou nu.

L'étude porte sur 28 poules "normales cou nu" Dw_Na na comparées à 23 poules "normales" Dw_et sur 26 poules "naines cou nu" dw_Na na comparées à 26 "naines" dw_na na. Comme dans le chapitre IV (lère partie) nous analysons les différences relatives au locus Na à l'intérieur des "normales" et à l'intérieur des naines. Ces résultats sont représentés dans le graphique 3.

- Graphique 3 -

Consommation des poules des différents génotypes



Parmi les "normales", 16 jours sur 16, la consommation moyenne des poules Na na est nettement supérieure à celles des poules na na.

En considérant les différences d.j. entre consommation moyenne, au jour j des poules Na na et des poules na na (comme pour le locus I) nous obtenons une différence positive hautement significative. Cette différence est de + 14,7 g d'où t = 10,01 pour 16 d.l. ($P < 0,001$).

Parmi les "naines", l'examen du graphique ne révèle pas de différence relative au locus Na. En effet sur 16 jours, 8 fois les poules Na na ont une consommation moyenne supérieure à celle des poules "non cou nu" na na. Cette différence bien que positive + 1,76 g n'est pas significative t = 1,03 pour 16 d.l. Pendant cette période la production de même que le poids corporel avaient été enregistrés et sont résumés dans le tableau suivant.

- TABLEAU 34 -

PRODUCTION ET POIDS CORPOPEL MOYEN PENDANT LA PERIODE DE CONTROLE JOURNALIER

GENOTYPES		Nombre d'oeufs	Poids des oeufs (en g)	Poids corporel moyen (en g)
Dw	Na	11,1	659,7	2 571
	na	10,7	605,7	2 521
dw	Na	8,8	465,1	1 680
	na	9,1	489,1	1 695

Chez les normales, les performances des poules "cou nu" sont légèrement supérieures à celles des poules "non cou nu",

mais ceci ne peut expliquer la différence de consommation moyenne observée. Chez les naines, la ponte, de même que le poids corporel, sont très voisins.

La différence de consommation entre génotypes Na na et na na de + 14,7 g chez les normales et de + 1,8 g chez les naines, représente respectivement 9,9 et 1,7 pour cent de la consommation moyenne observée sur cette période.

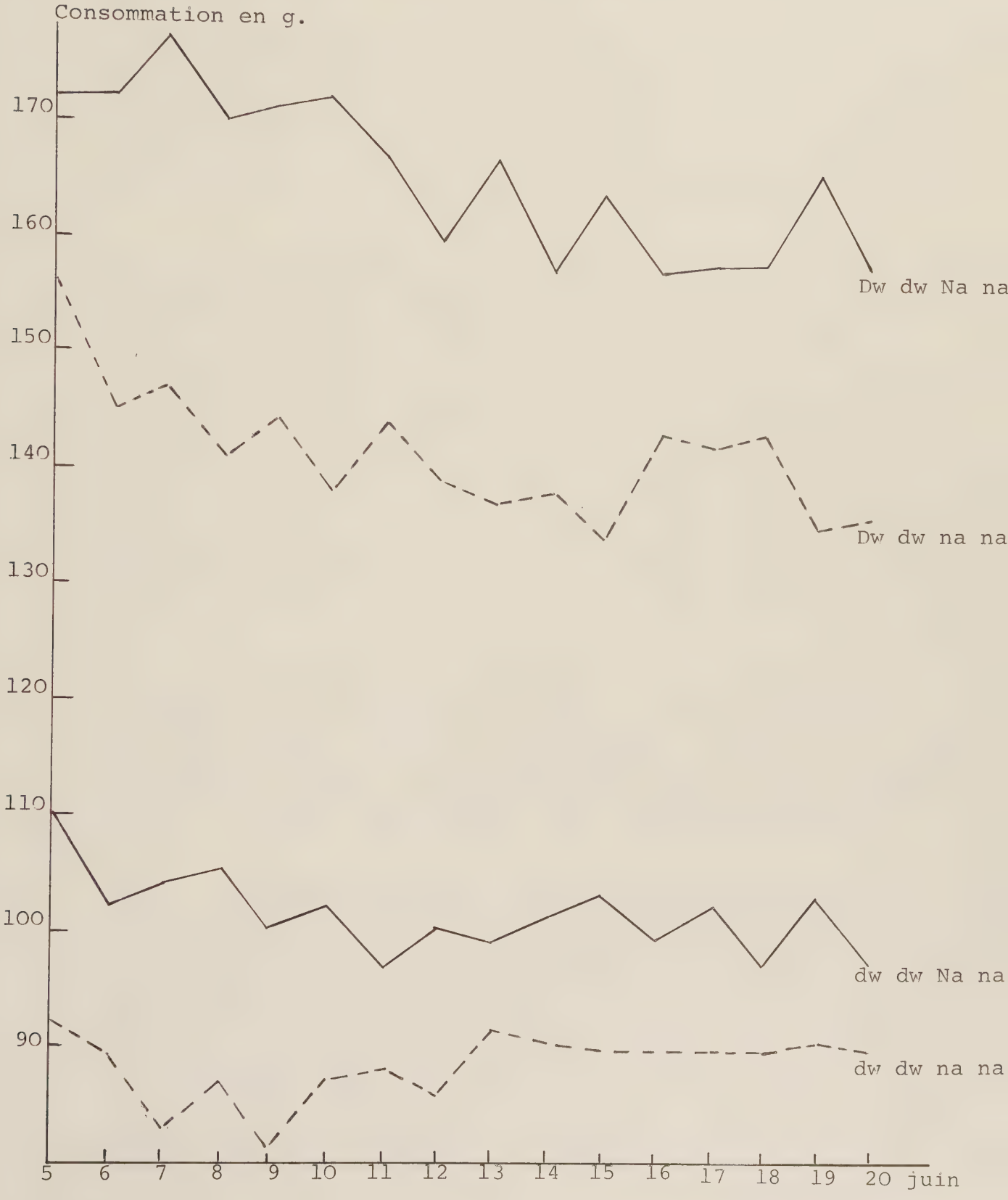
Comme pour les résultats relatifs au locus I, nous voyons que cette différence en pourcentage est voisine de la différence observée pendant 3 mois (11,1 pour cent et 2,9 pour cent respectivement chez les normales et chez les naines).

3) Consommation journalière moyenne des coqs "normaux" et de coqs "nains" en présence du gène "cou nu" Na.

Comme pour les poules étudiées durant la même période nous analysons les différences relatives au locus Na chez les coqs normaux d'une part et chez les nains d'autre part. Parmi les normaux il y avait 11 "cou nu" (Na na) comparés à 12 non "cou nu" (na na) et chez les nains 14 Na na comparés à 15 na na. Les résultats sont représentés dans le graphique 4.

Graphique 4

Consommation des coqs des différents génotypes



Aussi bien chez les normaux que chez les nains, on voit que 16 jours sur 16 les coqs cou nu (Na na) ont une consommation moyenne supérieure à celle de coqs emplumés normalement (na na).

Comme pour les poules, nous observons en considérant les différences dj entre coqs Na na et na na un écart positif hautement significatif. Cet écart est de + 24,14 g chez les normaux d'où $t = 14,58$ ($P < 0,001$) pour 16 d.l. et de + 12,94 g chez les nains d'où $t = 11,86$ ($P < 0,001$) pour 16 d.l.

Durant cette période le poids corporel moyen des deux génotypes chez les normaux et chez les nains était extrêmement voisin. Nous relevions chez les normaux un poids moyen de 2 727 g pour les Na na et de 2 834 g pour les na na, tandis que chez les nains nous avions 1 838 g pour les Na na et 1 826 g pour les na na. La différence de + 24,1 g soit 15,8 pour cent de la consommation moyenne relevée chez les normaux et de + 12,9 g chez les nains soit 13,6 pour cent de la consommation moyenne pendant cette période paraît analogue à la différence observée sur 3 mois et qui est respectivement pour les normaux et pour les nains de 15,0 % et de 14,4 pour cent.

Ce résultat est intéressant : chez les coqs la consommation n'est influencée que par un facteur important : le poids corporel (sur une brève période). Or dans ce cas, les poids étant voisins, la différence observée concerne bien un facteur "résiduel" de consommation, d'origine génétique.

En conclusion, ces expériences montrent qu'il est possible de mettre en évidence des différences génétiques de consommation alimentaire par des mesures journalières de consommation effectuées dans les mêmes conditions et sur une brève période (15 jours environ). De plus les différences de consommation observées sur 16 jours correspondent approximativement aux différences observées sur 3 mois.

II - ESTIMATION DE LA CONSOMMATION INDIVIDUELLE.

Les mesures de consommation alimentaire journalière sont intéressantes aussi au niveau individuel : elles permettent d'apprécier approximativement la consommation "brute" de chaque pondeuse. Les corrélations entre la consommation moyenne sur 16 jours et la consommation moyenne sur 3 mois ont été calculées et sont résumées dans le tableau ci-dessous.

- TABLEAU 35 -

CORRELATIONS ENTRE CONSOMMATION MOYENNE SUR 16 JOURS ET CONSOMMATION MOYENNE SUR TROIS MOIS

Année	Génotype	Effectif	r
1970	Ii	33	+ 0,634 **
	ii	30	+ 0,685 **
1971	Ii	38	+ 0,891 **
	ii	38	+ 0,755 **
	"M 99"	94	+ 0,813 **
1972	Dw	51	+ 0,917 **
	dw	52	+ 0,884 **

** P < 0,01.

Ces corrélations sont très hautement significatives et la valeur des coefficients est élevée. En 1970, nous relevons des coefficients significatifs mais un peu plus faibles:

Ceci peut être expliqué par une durée d'expérience plus courte (11 jours au lieu de 16) et un effectif un peu inférieur.

Il apparaît qu'une période d'une quinzaine de jours suffirait pour apprécier la consommation brute de la pondeuse. Ceci présente un intérêt pratique important. Dans la première partie nous avions suggéré une élimination des familles ou des individus qui surconsomment (facteur R ou R') pour augmenter la rentabilité du troupeau de pondeuses. En reprenant cette conclusion, nous pourrions effectivement vers le 2ème mois de ponte estimer par cette méthode la consommation brute des pondeuses et connaissant le poids et la production établir une équation type BYERLY. A partir de cette équation nous pourrions établir le facteur R', et faire une élimination soit individuelle soit familiale avec un maximum de vraisemblance.

°

° °

CHAPITRE II - CONSOMMATION JOURNALIERE D'EAU.

Malgré leur importance, les échanges d'eau sont très peu étudiés chez les volailles, surtout chez les poules pondeuses.

L'eau rejetée par la poule provient :

- de l'eau qui est bue (c'est la source la plus importante) ;
- de l'eau contenue dans les aliments ;
- de l'eau résultant des réactions métaboliques qui se produisent dans l'organisme car les combustions sont accompagnées d'une formation de CO 2 et d'eau. FAVRET et al. (1967) ont calculé la quantité d'eau formée à partir des constituants du régime pour une poule qui mange 150 g d'aliment par jour et l'estiment à 60,8 g.

Une partie de l'eau est perdue par :

- les excréments journaliers ;
- les oeufs (chez les poules) ;
- la respiration ;
- le reste contribue à la croissance des nouveaux tissus.

La consommation d'eau des volailles est conditionnée par la température extérieure, l'âge et l'activité métabolique de l'animal, des facteurs nutritionnels et des facteurs génétiques. FAVRET et al. (1967) dans une étude sur la consommation d'eau en association avec la production des oeufs chez les volailles notent des différences significatives entre souches. De même ils trouvent au sein des souches des différences individuelles très importantes, ceci aussi bien chez les mâles que chez les femelles. LIFSCHITZ et al. (1967) notent une différence très importante de consommation d'eau entre sexes

chez les Leghorn blanches (différence de métabolisme de l'eau entre sexes).

Enfin DUNSON et BUSS (1968) émettent l'opinion qu'une absorption excessive d'eau par le poulet est sous la dépendance d'un gène mutant : un gène récessif autosomal provoquerait chez le poulet une soif excessive. Ceci expliquerait peut-être les différences individuelles intra-souche importantes, trouvées par FAVRET et al.

Notre travail sur la consommation d'eau se divise en trois parties :

- recherche de différences de consommation d'eau associées à quelques loci à effet visible chez la poule (nous n'avons pas connaissance qu'un tel travail ait été fait antérieurement ;

- existence possible du gène trouvé par DUNSON et BUSS dans nos différentes expériences ;

- corrélations entre consommation d'eau et caractères économiques.

I- DIFFERENCES GENETIQUES ET FAMILIALES.

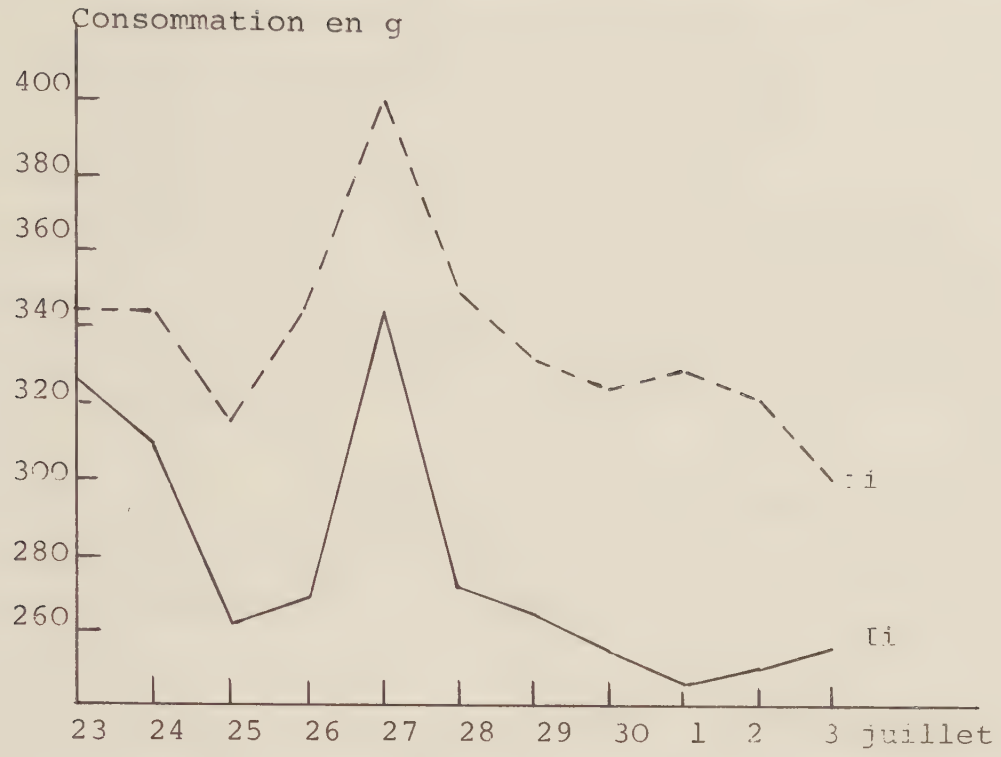
En même temps que la consommation alimentaire journalière, la consommation d'eau a été notée pendant la même période et sur les mêmes animaux.

1) Résultats relatifs au locus I.

En 1970 et 1971 la consommation moyenne journalière a été calculée pour chaque génotype. Ces résultats sont représentés dans les graphiques 5 et 6.

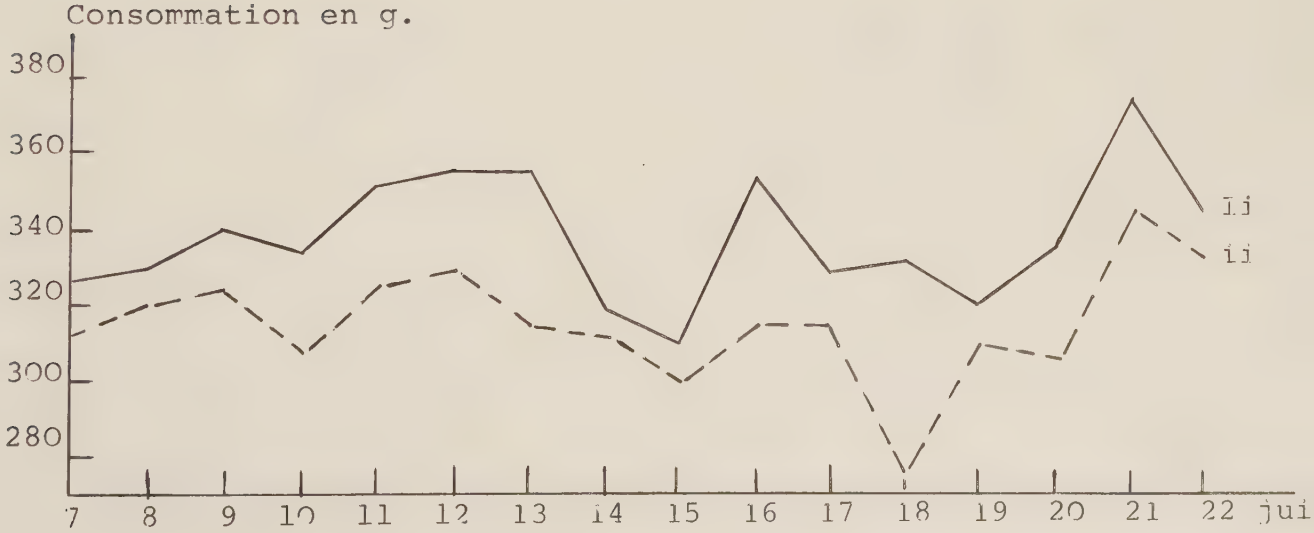
- Graphique 5 -

Consommation d'eau des poules blanches (Ii) et colorées (ii) en 1970



- Graphique 6 -

Consommation des poules blanches (Ii) ou colorées (ii) en 1971



Ces deux graphiques montrent une consommation d'eau des deux génotypes différente suivant l'année. En 1970, les poules blanches (Ii) consommaient en moyenne 278 g d'eau par jour alors que leurs soeurs colorées (ii) avaient une consommation moyenne de 338 g soit une différence de 60 g (ce qui représente 19,4 % de la consommation moyenne). En 1971, cette différence était de sens contraire : les poules Ii consommaient 338 g par jour contre 316 g pour leurs soeurs ii (différence de 22 g soit 6,7 % de la consommation moyenne).
Notons que la courbe de consommation des poules ii était toujours supérieure à celle des poules Ii en 1970 et inversement en 1971.

L'analyse de variance effectuée sur ces données avec les facteurs contrôlés "génotypes" et "familles" se trouve résumée dans le tableau 36.

- TABLEAU 36 -

ANALYSE DE LA VARIANCE SUR LA CONSOMMATION D'EAU

Année	Source de variation	D.L.	Variance	F
1970 (1)	Génotypes	1	2 553 236	1,94
	Familles	5	5 283 495	4,01 **
	Résiduelle	51	1 316 494	--
1971	Génotypes	1	396	0,04
	Familles	6	46 214	4,20 **
	Résiduelle	62	11 004	--

** P < 0,01.

(1) Les variances en 1970 sont très élevées par rapport à 1971. Ceci est dû au fait qu'en 1970 nous avons pris la consommation totale sur 11 jours alors qu'en 1971 nous avons considéré la moyenne journalière.

Nous ne relevons pas d'effet du génotype au locus I pour la consommation d'eau aussi bien en 1970 qu'en 1971 (bien que la différence entre génotypes en 1970 soit importante). Ceci s'explique par une grande variabilité individuelle existant pour ce caractère. D'autre part, la différence de consommation d'eau relevée entre génotypes ne semble pas être causée par la différence de consommation alimentaire entre ces génotypes.

Des différences familiales significatives existent pour les deux années au seuil de 1 pour cent.

2) Résultats relatifs à la souche M 99.

Sur cette souche le but était d'une part de chercher des différences familiales, d'autre part de tester le matériel (cf. lère partie, chapitre 5). L'analyse de variance avec les facteurs contrôlés "familles" et "côtés" (dans le poulailler) résume ces résultats.

- TABLEAU 37 -

ANALYSE DE VARIANCE SUR LA CONSOMMATION D'EAU
SOUCHE M 99

Source de variation	D.L.	Variance	F
Côté du poulailler	1	175	0,08
Familles	7	2 884	1,35
Résiduelle	78	2 137	--

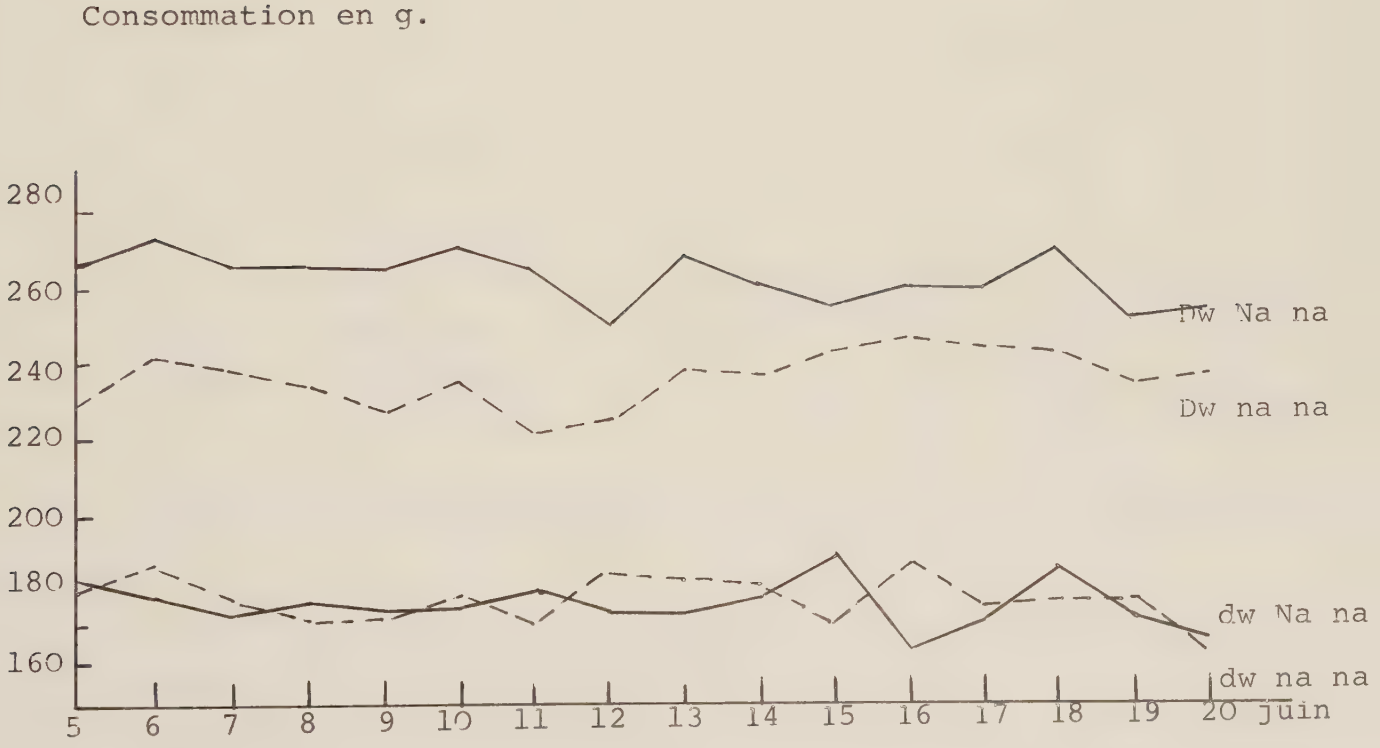
Nous ne relevons pas de différence de consommation d'eau associée aux côtés nord et sud du poulailler (nous avions une consommation moyenne d'eau de 240 g pour les poules se situant face aux fenêtres, et de 235 g pour les poules se situant face au mur). De même nous ne notons plus de différence familiale.

3) Résultats relatifs au locus Na en présence du gène de nanisme dw.

La consommation moyenne journalière pour chaque génotype est représentée dans le graphique suivant.

- Graphique 7 -

Consommation journalière pour chaque génotype



Parmi les poules de taille normale la consommation d'eau se révèle supérieure, durant les 16 jours, pour les poules "Cou nu" Na na comparées à leurs soeurs normalement emplumées na na, la moyenne étant respectivement de 263 g contre 237 g soit une différence de 26 g qui représente 10,4 pour cent de la consommation moyenne.

Chez les naines, sur 16 jours, 7 jours seulement les poules de génotype Na na ont une consommation supérieure à leurs soeurs na na, les moyennes étant respectivement de 175 g et 178 g, soit une différence de - 1,7 pour cent.

Le tableau 38 contient l'analyse de variance avec les facteurs contrôlés "génotypes au locus Na" et "familles".

- TABLEAU 38 -

ANALYSE DE VARIANCE SUR LA CONSOMMATION D'EAU

	Source de Variation	D.L.	Variance	F
Dw	Génotypes	1	1 485	0,64
	Familles	5	2 596	1,12
	Résiduelle	39	2 323	--
dw	Génotypes	1	184	0,19
	Familles	5	1 854	1,92
	Résiduelle	40	956	--

Chez les poules normales malgré deux courbes de consommation différentes il n'y a pas de différence significative de consommation d'eau relative au locus Na, pas plus que chez les naines, chez lesquelles, de toutes façons, les valeurs moyennes étaient voisines.
De même nous ne relevons pas de différences familiales significatives.

4) Résultats relatifs au gène de nanisme dw.

L'absence de différence relative au locus Na pour la consommation d'eau a permis de comparer celle-ci entre poules de taille normale (Dw) et poules naines (dw). L'analyse de variance avec les facteurs contrôlés "génotypes au locus dw" et "familles" résume ces résultats.

- TABLEAU 39 -

ANALYSE DE VARIANCE SUR LA CONSOMMATION D'EAU

Source de Variation	D.L.	Variance	F
Génotypes	1	127 127	77,05 **
Familles	5	3 673	2,23 *
Résiduelle	91	1 650	--

** P < 0,01
* P = 0,05

La différence de consommation d'eau entre poules normales et poules naines égale à 75 g par jour soit 35 pour cent de la consommation moyenne est hautement significative (P < 0,01) ce qui est normal vu la différence de taille. Elle est légèrement supérieure à la différence de consommation alimentaire notée pendant cette période (32 pour cent).

EN CONCLUSION : Il ne semble pas y avoir de différence de consommation d'eau associée aux loci étudiés, sauf pour dw ce qui est normal. En 1970 et 1971 seulement des différences familiales ont été notées.

Les différences notées bien qu'importantes, ne sont pas significatives du fait des grandes variations individuelles

dûes peut-être en partie à un gène majeur présent dans notre troupeau et qui augmenterait dans de grandes proportions la consommation d'eau.

II - EXISTENCE POSSIBLE D'UN GENE INFLUENÇANT LA CONSOMMATION D'EAU.

D'après DUNSON et BUSS (1968) un gène récessif autosomal provoquerait chez les volailles une soif excessive. Ce gène se reconnaîtrait :

- par examen des excréments des pondeuses : les excréments de pondeuses normales renferment environ 55 pour cent d'eau alors que ceux des poules mutantes en contiennent 90 % ;

- par mesure de la consommation d'eau. Dans plusieurs expériences ces auteurs ont observé que les mâles adultes "normaux" boivent environ 5,5 $\pm$ 0,5 pour cent par jour de leur poids corporel, tandis que la moyenne correspondante pour les mâles "anormaux" est 23,9 $\pm$ 6,4 pour cent ;

Les poules "normales" consomment environ 11,8 $\pm$ 1,6 pour cent par jour du poids corporel tandis que les poules atteintes de "l'anomalie" consommeraient 40,8 $\pm$ 13,5 pour cent par jour du poids de leur corps.

Lorsque les croisements sont faits entre sujets "normaux" et "anormaux" les descendants aussi bien mâles que femelles consomment plus que des sujets "normaux".

D'après BUSS ces animaux apparaissent normaux pour la viabilité, la fertilité, la consommation alimentaire, le poids corporel, le nombre et le poids des oeufs, la qualité de l'albumen et l'épaisseur des coquilles.

Le gène causerait probablement une diminution ou un blocage de la synthèse de l'hormone antidiurétique (ADH) dans l'hypotalamus.

Nous avons cherché s'il était possible de mettre en évidence ce gène, ou un gène analogue, dans nos populations.

METHODES

La présence d'un gène à effet important sur un caractère quantitatif doit modifier de façon notable l'allure de la distribution de ce caractère, en particulier la dissymétrie.

En premier lieu la normalité de la distribution a été étudiée. Le test de Normalité (MORICE et CHARTIER, 1954) est un χ^2 d'ajustement d'une distribution observée à une distribution normale (loi de Laplace GAUSS).

Lorsque la distribution observée s'écarte de la loi normale (χ^2 significatif) on teste les coefficients g1 (de dissymétrie) et g2 (d'aplatissement) de P.A. FISHER, qui caractérisent la forme de la distribution. Ils sont définis à partir des moments de celle-ci (SNEDECOR, 1967), soit, en reprenant les notations de SNEDECOR :

$$g1 = \frac{k3}{k_2{}^3} \qquad \text{avec} \qquad k3 = \frac{n\ S_3}{(n-1)\ (n-2)}$$

où S3 est la somme des cubes des écarts à la moyenne de l'échantillon et $k2 = \frac{S2}{n-1}$

S2 est la somme des carrés des écarts à la moyenne observée et n l'effectif de l'échantillon.

Dans l'hypothèse où la population est normale, g1 peut être assimilé à une variable normale d'espérance mathématique nulle et de variance:

$$S^2 g_1 = \frac{6\ n\ (n-1)}{(n-2)\ (n+1)\ (n+3)}$$

de sorte que $\frac{g1}{Sg_1}$ est une variable normale réduite.

De façon analogue : $g2 = \frac{k4}{k_2 2}$ avec $k4 = \frac{n\left[(n+1)\ S4 - 3\ (n-1)\ \frac{S_2 2}{n}\right]}{(n-1)\ (n-2)\ (n-3)}$

S4 représentant la somme des puissances quatrièmes des écarts à la moyenne.

Si la population d'où est tiré l'échantillon est normale, g2 est une variable normale d'espérance mathématique nulle et de variance.

$$S^2 g2 = \frac{24\ n\ (n-1)^2}{(n-3)(n-2)(n+3)(n+5)}$$

de sorte que $\frac{g2}{Sg2}$ est une variable normale réduite.

RESULTATS :

1) Distribution de la consommation moyenne d'eau des poules blanches (I1) ou colorées (i1).

a) En 1970 : Comme il n'y avait pas de différence de consommation relative au locus I (cf. paragraphe précédant), le test de normalité de distribution a été effectué sur l'ensemble des poules (n = 53). Ce test de conformité (χ^2 = 11,513 pour 8 d.l.) révèle une distribution pratiquement normale. Pourtant cinq des 63 poules contrôlées avaient des consommations supérieures à 0,6 l alors que la moyenne de l'échantillon est voisine de 0,3 l avec un écart type de 118,4.

b) En 1971 : Comme en 1970 nous avons regroupé les poules des deux génotypes. Sur les 76 poules contrôlées sept avaient une consommation supérieure à 0,5 l. Le test de normalité révèle une distribution observée s'écartant d'une

distribution normale (χ^2 = 28,22 pour 9 d.l. soit P < 0,01). La distribution observée est dissymétrique car g1 diffère significativement de 0 (t = 1,95, P < 0,05) mais non aplatie (t = 1,25).

c) 1970 + 1971 : Les poules en 1971 étant les enfants des poules testées en 1970, et les conditions de température de même que les moyennes de consommation étant voisines pendant ces deux années, une distribution commune pour les 2 années a pu être établie. Le test de normalité suggère une distribution s'écartant notablement d'une distribution normale : χ^2 = 37,189 pour 11 d.l. (P < 0,01). Cette distribution s'avère dissymétrique (t = 2,99, P < 0,01) mais non aplatie (t = 1,05, N.S.).

2) Souche "M 99".

Sur les 94 poules testées, neuf s'écartaient de façon importante de la moyenne (plus de 2 écarts types). Le test de conformité révèle une distribution "non normale" (χ^2 = 25,788 pour 5 d.l.). Les tests des coefficients g1 et g2 révèlent une dissymétrie importante (t = 4,10, P < 0,01) mais pas un aplatissement (t = 0,7).

3) Expériences relatives aux gènes dw et Na, 1972.

Indépendamment du gène Na, la distribution de la consommation d'eau a été observée chez les poules normales d'une part, et chez les poules naines d'autre part. On n'avait pas noté de poules ayant une consommation anormalement élevée. Le test de normalité des distributions, aussi bien chez les normales que chez les naines, révèle que celles-ci suivent une loi normale de LAPLACE-GAUSS :

χ^2 = 6,433 (d.l. = 5) pour les poules Dw.

χ^2 = 4,092 (d.l. = 4) pour les poules dw.

Dans l'ensemble ces résultats montrent que la consommation d'eau ne suit pas une loi normale : ceci pourrait être dû à la présence dans notre troupeau d'un gène "majeur" augmentant celle-ci de façon notable. L'examen de la forme de la distribution sur les effectifs limités dont nous disposons nous révèle à chaque fois une dissymétrie. Il sera souhaitable ultérieurement de recueillir des données sur une population d'effectif plus important pour mettre en évidence éventuellement une distribution bimodale.

Plusieurs autres de nos observations rejoignent celles de DUNSON et BUSS et suggèrent la présence dans nos populations du gène observé par ces auteurs :

- les poules à forte consommation d'eau ont des excréments très liquides ;
- le rapport consommation moyenne journalière/poids du corps, a des valeurs voisines de celles obtenues par ces auteurs. Le tableau suivant résume ces résultats.

- TABLEAU 40 -

RAPPORT CONSOMMATION MOYENNE/POIDS CORPOREL CHEZ DES POULES A FORTE CONSOMMATION D'EAU ET CHEZ DES POULES NORMALES

	POULES A FORTE CONSOMMATION D'EAU		POULES NORMALES (1)	
	n	Rapport moyen consommation / poids corporel	n	Rapport moyen consommation / poids corporel
1970	5	29,2	58	13,2
1971	7	25,4	69	12,9
M 99	9	17,6	85	12,3

(1) Effectif total de l'échantillon moins les précédentes.

Nos poules "normales" boivent environ 12,5 pour cent alors que celles à consommation élevée boivent 30 pour cent de leur poids, ceci est voisin des valeurs indiquées par DUNSON et BUSS.

Sur la souche M 99, le rapport consommation/poids du corps est plus faible ; peut-être cela correspond-il à des génotypes hétérozygotes pour le gène supposé. Ces poules ont été mises en reproduction et tous leurs descendants seront testés cette année pour la présence de ce facteur.

D'autre part, la variation individuelle du rapport consommation/poids corporel intra-année (de 1 à 6 pour les extrêmes) a pour conséquence de faire apparaître certaines années des différences familiales du fait de la présence de quelques poules à forte consommation dans certaines familles.

III - CORRELATIONS ENTPE CONSOMMATION D'EAU ET CARACTERES ECONOMIQUES.

Cette étude de la consommation d'eau nous amène tout naturellement à considérer les caractères qui peuvent l'influencer. Des corrélations ont été estimées entre la consommation moyenne d'eau et les performances des individus pendant la période du test (sauf pour la consommation résiduelle R (cf lère partie). Celles-ci sont résumées dans le tableau suivant.

- TABLEAU 41 -

CORRELATIONS ENTRE CONSOMMATION D'EAU ET AUTRES CARACTERES QUANTITATIFS

Année	Génotype	n (1)	Consom. Alimentaire	Nombre d'oeufs	Poids oeufs	Epaisseur Albumen	Epaisseur coquille	Poids corporel	Variation de poids Δ P	R Consom. Résiduelle
1970	Ii	33	+0,546**	+0,002	-0,200	+0,341 *	+0,221	-0,030	+0,164	+0,300
	ii	30	+0,418 *	+0,042	+0,002	+0,061	+0,043	+0,004	+0,149	+0,396 *
1971	Ii	38	+0,387 *	+0,058	-0,023	-0,074	-0,264	+0,243	-0,022	+0,465**
	ii	38	+0,487**	+0,082	+0,371	-0,203	-0,147	+0,049	+0,034	+0,438**
	M 99	94	+0,507**	+0,283**	+0,251 *	-0,099	+0,005	+0,367**	+0,103	+0,231 *
1972	Dw-	51	+0,835**	+0,290 *	+0,205	+0,116	-0,211	+0,603**	+0,380**	+0,475**
	dw-	52	+0,679**	+0,193	+0,190	+0,082	-0,027	+0,459**	+0,230	+0,213
Corrélations (2) moyennes		315 (3)	+0,58**	+0,18**	+0,16**	+0,01	-0,05	+0,32**	+0,15**	+0,34**

* Signification au seuil 5 pour cent.
** Signification au seuil de 1 pour cent.
(1) Effectif
(2) Estimation de la corrélation moyenne par la méthode décrite par MORICE et CHARTIER (1954) et reprise au chapitre 4.
(3) N = $\left[\sum (ni-3) + 3\right]$ couples (cf. chapitre 4).

Avec la consommation alimentaire observée la corrélation est toujours positive et très significativement différente de zéro sur les sept échantillons. Ceci paraît normal, sans qu'on puisse dire si c'est la consommation alimentaire qui influe sur la consommation d'eau ou inversement.

Avec le nombre d'oeufs pondus, la corrélation moyenne positive est significativement différente de zéro. Sur les 7 échantillons deux corrélations seulement sont notées différentes de zéro ($P < 0,01$ et $P < 0,05$). La consommation d'eau ne serait donc que légèrement influencée par le nombre d'oeufs. Ce résultat va néanmoins dans le même sens que celui trouvé par FAVRET et al. (1967). Ces auteurs trouvaient une corrélation de + 0,31 ($P < 0,01$) durant la période du test sur l'ensemble de 8 lignées testées, les corrélations étant significativement différentes de zéro dans trois lignées mais toutes étant positives.

Quant à la corrélation avec le nombre total d'oeufs pondus jusqu'à 501 jours, les mêmes auteurs trouvent une corrélation au seuil de signification ($P < 0,05$) de +0,17. (On aurait pu s'attendre à une corrélation plus importante puisque les 2/3 du poids de l'oeuf sont constitués d'eau).

Avec l'épaisseur de l'albumen et l'épaisseur de la coquille, dans l'ensemble nous n'observons pas de corrélation. Celles-ci sont tantôt positives, tantôt négatives. Avec le poids de l'oeuf une corrélation sur sept se révèle différente de zéro ($P < 0,05$), la valeur sur l'ensemble des données étant à la limite de la signification ($P = 0,01$).

Pour le poids de l'oeuf FAVRET et al. avaient noté une corrélation positive et faiblement significative ($P < 0,05$) de + 0,17 mais, comme dans notre cas, sur les huit lignées testées certaines corrélations étaient positives et d'autres négatives.

Avec la variation de poids ΔP pendant la période du test une seule corrélation est significativement différente de zéro la corrélation moyenne étant à la limite de la signification

(P = 0,01) tandis qu'avec le poids corporel trois sur sept sont différentes de zéro (P < 0,01), la valeur sur l'ensemble des données étant significativement positive. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par FAVRET qui notait une corrélation plus importante et significative, égale à + 0,32 durant la période du test mais seulement de +0,15 (P = 0,05) avec le poids à 501 jours sur l'ensemble des 8 lignées (dans chaque lignée aucune corrélation n'était différente de zéro).

Avec la consommation résiduelle (cf. lère partie), une corrélation positive importante et hautement significative existe (P < 0,01). Sur les sept échantillons mesurés la corrélation relevée est 5 fois positive et significative et 2 fois positive et à la limite de la signification.

Sur le plan physiologique on peut rapprocher ce résultat de la remarque de LEPKOSKI et al., 1955, et JACOBS H.C. et SCOTT M.L., 1957, d'après lesquels le niveau des ingérés est fonction de la quantité d'eau bue par l'animal. Ainsi une consommation d'eau importante pourrait entraîner une surconsommation alimentaire.

Sur le plan pratique ce résultat présente quelque intérêt

- par mesure de la consommation d'eau (facile à prendre, et limitée dans le temps) on pourrait identifier et éliminer les oiseaux ayant tendance à surconsommer, sans pour cela mesurer directement leur consommation d'aliment ni établir une équation type BYERLY).
- On pourrait d'autre part, dans les plans de rationnement, agir non sur la quantité d'aliment à distribuer mais sur la quantité ou la durée d'abreuvement des oiseaux. Ceci est suggéré par MAXWELL et LYLE (1957) qui obtiennent en limitant la durée d'abreuvement quotidien à 3 périodes de 15 minutes chacune, des meilleurs taux de ponte et un meilleur indice de conversion qu'avec des volailles disposant d'eau à volonté.

CHAPITRE III - OBSERVATIONS SUR LE "COMPORTEMENT" ALIMENTAIRE ET HYDRIQUE DES POULES PONDEUSES

Les mesures journalières relevées sur une courte période nous permettent de caractériser certaines particularités du "comportement" alimentaire et hydrique des poules pondeuses. Ainsi, certaines d'entre elles présentent des variations importantes entre jours quant à la consommation d'aliment et d'eau alors que d'autres sont assez homogènes pour ces facteurs. Déjà FAVERT et al (1967) avaient noté des différences hautement significatives entre individus mais aussi entre jours.

En fonction de ces considérations nous divisons le présent chapitre en trois parties :

- sensibilité au milieu,
- homogénéité des variances intra-individu pour la consommation d'aliment et d'eau,
- répétabilité des mesures de consommation d'aliment et d'eau.

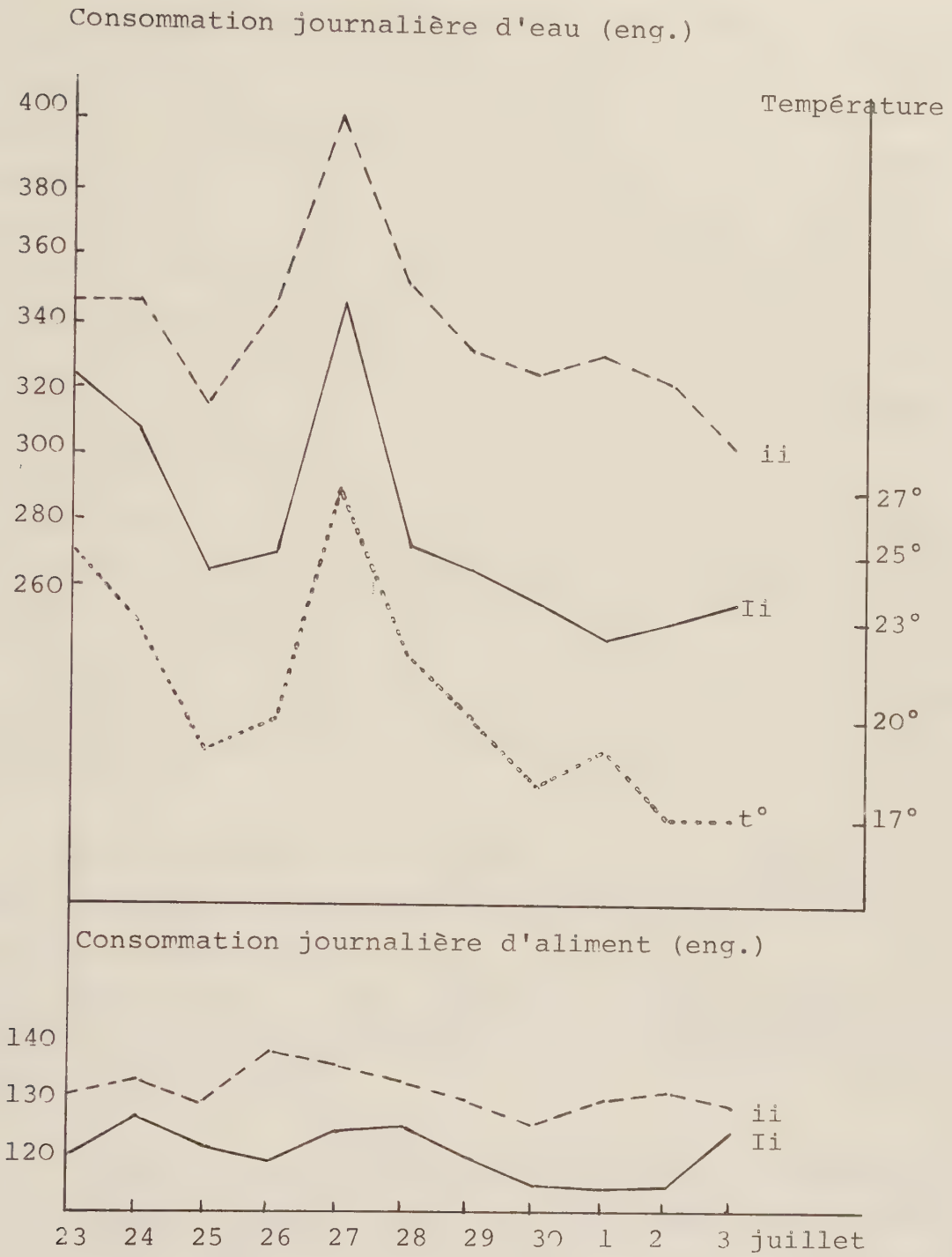
I.- SENSIBILITE AU MILIEU.

Le milieu extérieur, en particulier la température ambiante, influence la consommation aussi bien d'aliment que d'eau. Travaillant des les conditions naturelles pour nos différentes expériences, nous n'avons cependant pas relevé de différences très importantes de température moyenne ou maximale entre les jours, (la température moyenne dans l'ensemble de nos expériences était de 19° $\pm$ 2° C.). En 1970 pourtant, une température maximum journalière variant de 17°C. à 27°C. avait été enregistrée. Pour cette année nous reprenons dans le graphique 8 les

.../...

- Graphique 8 -

Courbes des consommations et courbe de température maxima



courbes de consommation d'aliment et d'eau pour chacun des génotypes Ii ou ii et les comparons à la courbe de température des maxima.

La consommation moyenne d'eau par génotype est étroitement liée à la température maximum du jour surtout si celle-ci dépasse 25°C. Pour la consommation alimentaire, il n'apparaît rien de très net. LIFSCHITZ et al (1967) avaient trouvé une relation analogue pour la consommation d'eau mais avec la température moyenne du jour ($r = 0,698$ $P < 0,01$). En 1972 bien que n'ayant que de faibles variations de température autour de 19°C nous avons calculé les corrélations entre la température maximum et la consommation d'aliment et d'eau. Ces corrélations sont respectivement pour les poules "normales" de -0,03 et +0,04 pour $n = 51$ et pour les poules "naines" de -0,05 et +0,04 avec $n = 52$.

Ainsi l'influence de la température ambiante n'apparaît vraiment qu'à partir de 25°C. A ce sujet TOSHIO ITO et al (1970) arrivent aux conclusions suivantes :

- lorsque la température augmente de 25° à 35°, la consommation alimentaire diminue d'environ 4,8 pour cent par degré centigrade ;

- la consommation d'eau augmente avec la température : par gramme d'aliment elle est 2 fois plus importante à 32°5 et trois fois plus à 35° qu'à 25°C.

Le fait que nous n'ayons pas atteint de telles températures peut expliquer l'absence de corrélation entre celle-ci et les consommations notées en 1972.

Pour ce qui nous concerne, il était intéressant de savoir si certaines poules étaient plus sensibles que d'autres aux variations de température : ceci se traduirait par une plus grande variance intra-individu pour la consommation d'aliment et d'eau.

Nous nous contenterons de signaler brièvement ces résultats. En 1971 et 1972 nous avons établi des régressions par individu des consommations sur la température et testé l'homogénéité de ces coefficients. Bien que l'on note des différences d'un

.../...

individu à l'autre le χ^2 d'homogénéité n'était significatif ni en 1971 ni en 1972. On peut expliquer ce résultat par le manque de variation importante de température notamment au-dessus de 25° (comme signalé précedemment).

II.- HOMOGENEITE DES VARIANCES INTRA-INDIVIDU.

a)- pour la consommation alimentaire

Les variances intra-individus ont été calculées pour la consommation alimentaire. Pour tester l'homogénéité de celle-ci nous appliquons le test de BARTLETT (MORICE, CHARTIER 1954) qui permet de conclure à l'existence ou à l'inexistence probable d'une hétérogénéité des variances dans une population si les distributions de fréquences sont normales. En reprenant les notations de MORICE et CHARTIER (1954) ce test s'effectue de la façon suivante :

L'estimation de la variance de la population i (i = 1, 2....k) fournie par l'échantillon d'effectif n_i, de moyenne $\bar{x}_i$, est :

$$s_i^2 = \frac{1}{\nu_i} \Sigma (x - x_i)^2 \quad \text{avec } \nu_i = n_i - 1$$

Si les k populations ont même variance, une estimation de cette variance est la moyenne pondérée :

$$s^2 = \frac{1}{\nu} \Sigma \nu_i s_i^2 \quad \text{avec } \nu = \Sigma \nu_i = \Sigma n_i - k$$

BARTLETT a montré que la quantité :

$$\frac{1}{c} \left[\log_e s^2 - \Sigma \nu_i \log_e s_i^2 \right]$$

où

$$C = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\Sigma \frac{1}{\nu_i} - \frac{1}{\nu} \right]$$

.../...

est distribuée approximativement comme χ^2 avec k-1 degrés de liberté.

Nos résultats sont mentionnés dans le tableau suivant

-TABLEAU 42- Homogénéité des variances pour la consommation alimentaire.

Année	Génotype	Variance "moyenne" intra individu S^2	D.L.	Test de BARTLETT χ^2	Signification (1)
1970	Ii	578,3	32	80,220	t = 4,72 P < 0,001
	ii	455,0	29	46,253	P ≃ 0,02
1971	Ii	416,7	37	98,108	t = 5,46 P < 0,01
	ii	360,4	37	104,666	t = 5,92 P < 0,01
	"M99"	279,0	86 (2)	310,71 (2)	t = 11,85 P < 0,01
1972	♀ DW ♀	302,7	50	133,71	t = 6,37 P < 0,01
	♀ dw ♀	338,4	51	308,959	t = 14,61 P < 0,01
	♂ DW dw	219,8	22	110,966	P < 0,001
	♂ dw dw	126,2	28	132,539	P < 0,001

(1)- Pour un nombre de degré de liberté supérieur à 30 on admet que $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2\nu - 1}$ est distribué normalement (MORICE et CHARTIER 1954).

(2)- Ce χ^2 correspond en fait à la somme des χ^2 calculés intra-pères (8 pères), de même que les degrés de liberté représentent la somme des degrés de liberté de chaque χ^2 calculé par père.

Pour l'ensemble des échantillons les χ^2 hautement significatifs permettent de conclure à l'existence de différences individuelles quant au comportement alimentaire. Celles-ci ne paraissent pas associées à un génotype particulier. Cependant

.../.

en 1972 les résultats relatifs aux poules "normales" et "naines" suggèrent une variabilité individuelle plus importante chez ces dernières.

En 1972 les résultats obtenus sur des coqs montrent, de même que pour les poules, l'existence d'une variabilité individuelle importante pour la régularité de la consommation alimentaire d'un jour à l'autre. Ceci est intéressant du fait qu'une source de variation possible (la ponte) est éliminée dans ce cas.

Cependant, en accord avec FAVRET et al (1967), nous remarquons que la variance moyenne des coqs est plus faible que celle des poules (pour lesquelles la ponte constitue un facteur supplémentaire de variation).

b)- pour la consommation d'eau.

De même que pour la consommation alimentaire, nous avons calculé les variances intra-individu et testé l'homogénéité de celles-ci par la méthode de BARTLETT décrite précédemment. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

-TABLEAU 43- Homogénéité des variances pour la consommation d'eau

Année	Génotype	Variance moyenne intra individu S^2	D.L.	Test de BARTLETT χ^2	Signification (1)
1970	Ii	4.940	32	157,137	P <0,001
	ii	4.664	29	94,782	P <0,001
1971	Ii	3.403	37	213,473	t = 12,12 P <0,001
	ii	3.249	37	223,619	t = 12,60 P <0,001
	"M99"	2.157	86	298,95(2)	t = 11,37 P <0,001
1972	DW	1.266	50	141,718	t = 6,37 P <0,001
	dw	1.409	51	259,323	t = 12,72 P <0,001

(1) et (2) mêmes remarques que pour le tableau précédent.

.../...

Ces résultats quant au "comportement" hydrique sont parallèles à ceux obtenus sur le comportement alimentaire. Pour l'ensemble des échantillons, les χ^2 hautement significatifs ($P < 0,001$), mettent en évidence des différences individuelles de variabilité.

Celles-ci ne paraissent pas associées à un génotype particulier, quoiqu'en 1972 les résultats relatifs aux poules "normales" et "naines" suggèrent une variabilité individuelle plus importante chez ces dernières.

Ces résultats nous amènent à considérer les facteurs qui pourraient influencer cette variabilité.

c)- Facteurs pouvant influencer la variabilité.

- Certaines poules pourraient être plus sensibles à la température que d'autres ce qui les rendrait plus variables d'un jour à l'autre. Nos résultats sur ce problème, résumés dans le paragraphe I du présent chapitre, ne permettent pas de tirer une conclusion.

- Cette variabilité pourrait être la conséquence d'une production (nombre d'oeufs pondus) différente entre individus.

Dans ce sens nous avons estimé quelques corrélations phénotypiques se rapportant à cette variabilité et qui se trouvent résumés dans le tableau 44.

.../...

-TABLEAU 44- Corrélations phénotypiques se rapportant à la variabilité.

Génération	Génotype	n (1)	CORRELATIONS S^2AL/nombre d'oeufs	S^2 Eau/nombre d'oeufs	S^2Al/S^2 Eau	S^2Al/ R (consommation résiduelle)
0	Ii	33	- 0,315	- 0,238	+ 0,256	- 0,018
	ii	30	+ 0,079	- 0,085	+ 0,235	+ 0,129
1	Ii	38	- 0,155	- 0,378 *	+ 0,487 **	- 0,249
	ii	38	- 0,342	- 0,186	+ 0,351 *	+ 0,057
	"M99"	94	- 0,187	- 0,232 *	+ 0,469 **	+ 0,204
2	DW	51	- 0,179	- 0,193	+ 0,534 **	- 0,026
	dw	52	+ 0,067	+ 0,154	+ 0,663 **	- 0,275 *
Générations n-	(2)	315 (3)	- 0,15 **	- 0,17 **	+ 0,45 **	+ 0,001

(1)- Effectif

(2)- Estimation de la corrélation moyenne par la méthode décrite par MORICE et CHARTIER (1954) et reprise au chapitre IV.

(3)- $N = (\Sigma(ni-3)+3)$ couples

* - Seuil de signification de 5 pour cent

** - Seuil de signification de 1 pour cent

- La corrélation moyenne de la variance de la consommation alimentaire avec le nombre d'oeufs pondus pendant le test, négative et significative au seuil de 1 pour cent, n'est pas significativement différente de zéro dans chaque échantillon. Le nombre d'oeufs n'influence que faiblement la variance de la consommation alimentaire. Ceci confirme les résultats obtenus sur coqs (cf.a) pour lesquels, malgré l'absence du facteur "ponte", on observe une variabilité entre individus.

.../...

- La corrélation entre le nombre d'oeufs et la variance de la consommation d'eau 6 fois sur sept négative, se trouve sur l'ensemble des données significativement différente de zéro ($P < 0,01$). Dans ce cas une faible ponte aurait tendance à augmenter la variance de la consommation d'eau.

- Les poules les plus variables quant à la consommation alimentaire sont aussi les plus variables pour la consommation d'eau. La corrélation toujours positive est significativement différente de zéro dans 5 échantillons sur sept et les 2 autres fois à la limite de la signification (rappelons que la période du test en 1970 n'était que de 11 jours au lieu de 16 pour les autres années) Il s'avère que les facteurs influençant la variabilité de la consommation alimentaire sont en partie communs avec ceux influant sur la consommation d'eau.

- Dans un autre ordre d'idées, il était intéressant de voir s'il existe une relation entre la variabilité de la consommation alimentaire et la consommation résiduelle (cf. 1ère partie). En fait, nous n'observons pas de corrélations significativement différentes de zéro (à l'exception d'une à 5 pour cent), celles-ci étant tantôt positives, tantôt négatives (la valeur moyenne est égale à + 0,001).

III.- REPETABILITE DE LA CONSOMMATION D'ALIMENT ET D'EAU.

Dans le chapitre I de cette 3ème partie nous sommes arrivés à la conclusion qu'une brève période (une quinzaine de jours) serait suffisante pour estimer la consommation brute d'une poule. A partir de là il est intéressant de connaître la répétabilité de ces mesures relevées journellement (rapport de la variabilité entre individu à la variabilité totale de la population).

La méthode utilisée est la suivante (BECKER 1967).

.../...

1.- Calcul des variances observées.

En prenant les notations suivantes : k = nombre d'individus, n = nombre de mesures par individu, j = numéro d'ordre d'une mesure et i = numéro d'ordre d'un individu, nous calculons

- la variance résiduelle $S_r^2 = \dfrac{\sum_i \sum_j (xij - \bar{x}i)^2}{k\,(n-1)}$

- la variance entre individu $S_i^2 = \dfrac{\sum_i \frac{(\sum xij)^2}{n} - \frac{(\sum xij)^2}{kn}}{k - 1}$

2.- Estimation des composantes de la variance.

- composante résiduelle $\sigma_r^2 = S_r^2$

- composante individu donnée par $S_i^2 = \sigma_r^2 + (n-1)\ \sigma_i^2$

d'où : $$\sigma_i^2 = \frac{S_i^2 - S_r^2}{n - 1}$$

3.- Coefficient de répétabilité.
(rapport de la variabilité entre individus à la variabilité totale de la population).

$$R = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2 + \sigma_r^2}$$

Par cette méthode nous avons estimé la répétabilité des mesures de la consommation d'aliment et d'eau. Ces coefficients sont reportés dans le tableau suivant :

.../...

-TABLEAU 45- Coefficients de répétabilité de la consommation d'aliment et d'eau.

Année	Génotype	n	Répétabilité consommation alimentaire	Répétabilité consommation d'eau
1970	Ii	33	0,38	0,56
	ii	30	0,56	0,83
1971	Ii	38	0,46	0,86
	ii	38	0,35	0,73
	"M99"	94	0,50	0,53
1972	Dw-	51	0,51	0,66
	dw-	52	0,35	0,43
	♂ Dw dw	23	0,77	-
	♂ dw dw	29	0,75	-

Les coefficients de répétabilité sont importants tant pour la consommation alimentaire que pour la consommation d'eau. Ils sont légèrement plus élevés dans ce dernier cas.

Ces coefficients ne semblent pas associés à un génotype particulier, cependant pour la consommation alimentaire nous relevons une différence entre sexes en 1972, le coefficient de répétabilité étant très important chez les mâles, ce qui peut s'expliquer par le fait que la ponte est une source de variabilité non négligeable.

Ces résultats tendent à confirmer que des mesures relevées sur une courte période permettent une estimation correcte de la consommation alimentaire.

Nous n'avons pas connaissance d'un tel résultat dans la littérature.

.../...

CHAPITRE IV - EFFET DE LA PONTE SUR LA CONSOMMATION D'ALIMENT OU D'EAU.

La consommation alimentaire et la consommation d'eau de quatre poules Leghorn a été étudiée journellement et horairement en relation avec la formation de l'oeuf par WOOD-GUSH et HORN (1970). Ces auteurs arrivent aux conclusions suivantes :

- la consommation alimentaire est plus grande les jours où l'ovulation se produit que les jours sans ovulation ni oviposition ;

- de même les jours avec oviposition mais sans ovulation la consommation alimentaire est plus grande que les jours sans ovulation et oviposition ;

- pour la consommation d'eau les conclusions sont indentiques.

D'autre part au cours de la journée ces auteurs ont remarqué que la consommation d'aliment et d'eau diminue une à deux heures avant l'oviposition mais augmente pendant l'heure de ponte et reste importante pendant une à deux heures. Cette remarque est en accord avec des résultats de LIFSCHITZ et al (1967) quant à la consommation d'eau.

Dans ce chapitre nous présentons des résultats obtenus en 1972 pour l'expérience relative au locus Na en présence d'un gène de nanisme. Des mesures horaires n'ont pas été faites mais les observations journalières permettent de comparer intra-individu la consommation d'aliment et d'eau des jours précédant un jour de ponte (jour où la poule forme un oeuf) avec la consommation d'aliment et d'eau des jours précédant un jour sans ponte (jour sans formation d'oeuf). Cette comparaison est faite intra-individu par la méthode dite des "couples". Ces résultats sont

.../...

reportés dans le tableau suivant :

-TABLEAU 46- Différence de consommation d'aliment et d'eau entre les jours où la poule forme un oeuf et les jours où elle n'en forme pas.

Caractère	Génotype	Effectif	différence en g.	t	différence en pour cent
consommation alimentaire	Dw-	51	15,66	8,77 **	10,45
	dw-	52	18,40	8,59 **	17,41
consommation d'eau	Dw-	51	30,98	7,49 **	12,3
	dw-	52	31,78	7,59 **	18,0

** - seuil de signification inférieur à 1 pour cent.

Ce tableau montre que la consommation d'aliment aussi bien que celle de l'eau est nettement plus importante le jour où la poule forme un oeuf que le jour où elle n'en forme pas. Cette différence hautement significative ($P < 0,001$) est en accord avec les résultats de WOOD-GUSH et HORNE. D'autre part nous noterons que les différences de consommation sont plus importantes chez les "naines" que chez les "normales".

La différence en pour cent de la consommation moyenne est du même ordre pour la consommation alimentaire et pour la consommation d'eau.

La formation de l'oeuf entrainant des besoins "alimentaires et hydriques" supérieurs, nous avons dans cet ordre d'idée calculé les corrélations phénotypiques entre ces consommations et le poids de l'oeuf et certaines de ses composantes : épaisseur de l'albumen et épaisseur de la coquille.

.../...

Nous avons estimé les corrélations intra-individu et à partir de celles-ci déduit la corrélation moyenne de la population. Pour cela nous avons utilisé la méthode décrite par MORICE et CHARTIER (1954).

On détermine les corrélations transformées Z'i correspondant à chacun des ri, (l'indice i se rapportant à un individu déterminé) par la relation :

$$Z' = \frac{1}{2} \left[\log_e (1+r) - \log_e (1-r) \right]$$

puis on calcule leur moyenne pondérée :

$$\bar{Z}' = \frac{\Sigma (ni-3)\ Z'i}{\Sigma (ni-3)}$$

la valeur $\bar{r}$ correspondant à $\bar{Z}'$ est l'estimation cherchée de ρ dans la population.
$\bar{r}$ peut être considéré comme sujet aux erreurs d'échantillonnage dues à l'étude directe d'un échantillon de :

$$\left[\Sigma (ni-3) + 3 \right] \text{ couples}$$

La valeur des coefficients de corrélation est reportée dans le tableau suivant.

-TABLEAU 47- Corrélations phénotypiques entre les consommations du jour où il y a formation d'oeuf et les composantes de celui-ci.

ENO-TYPE	CARACTERE	POIDS DE L'OEUF		EPAISSEUR ALBUMEN		EPAISSEUR COQUILLE	
		$\Sigma(ni-3)+3$	$\bar{r}$	$\Sigma(ni-3)+3$	$\bar{r}$	$\Sigma(ni-3)+3$	$\bar{r}$
Ow-	consommation alimentaire	377	-0,02	313	+0,03	313	+0,26 **
dw-		283	+0,16 **	222	+0,05	222	+0,43 **
Ow-	consommation d'eau	377	-0,05	313	+0,01	313	+0,21 **
dw-		283	-0,01	222	+0,06	222	+0,26 **

** - seuil de signification de 1 pour cent

.../...

Bien que la formation de l'oeuf entraîne une consommation plus importante d'aliment il ne semble pas y avoir de liaison entre celle-ci et le poids de l'oeuf, les corrélations notées étant très faibles (sauf pour les naines où la corrélation diffère significativement de zéro : P = 0,01).

Avec l'épaisseur de l'albumen, les corrélations obtenues bien que positives sont faibles et ne diffèrent pas de zéro.

Avec l'épaisseur de la coquille, les corrélations hautement significatives, ($P < 0,01$), et plus importantes chez les naines, sont positives. La formation de l'oeuf et plus particulièrement la formation de la coquille entraîne une consommation alimentaire plus importante. Ce résultat rejoint les travaux de SAUVEUR[1] concernant la prise volontaire de calcium et d'aliment par la pondeuse : la poule arriverait à moduler son ingéré d'aliment en fonction du taux calcique de celui-ci. Elle semble régler sa prise d'aliment en fonction du cycle de ponte en satisfaisant le besoin calcique qu'entraîne la formation de la coquille. SUR LE PLAN PRATIQUE, il apparaît nécessaire d'apporter une quantité suffisante de calcium dans l'aliment pour permettre à la poule de satisfaire ses besoins calciques, car un apport insuffisant provoquerait une surconsommation alimentaire. Ceci est à rapprocher du résultat noté dans le tableau 46 : les "naines" consomment plus que les "normales" le jour où il y a formation d'oeuf. Celles-ci auraient peut-être des besoins calciques différents d'où une surconsommation alimentaire plus importante.

Les corrélations entre consommation d'eau et poids de l'oeuf et épaisseur de l'albumen sont faibles et peu différentes de zéro. Avec l'épaisseur de la coquille nous notons des corrélations positives et significativement différentes de zéro ($P < 0,01$), comme pour la consommation alimentaire, mais nous ne pouvons en tirer de conclusions à cause de la liaison existant entre consommation d'eau et consommation alimentaire.

A titre indicatif et pour comparaison nous signalons dans le tableau suivant les corrélations entre consommation d'aliment et d'eau et le poids et les composantes de l'oeuf pondu ce jour là.

.../...

(1) Communication aux journées avicoles du Magneraud des 26 - 27 - 28/9/1972. (Résultat non publié).

-TABLEAU 48- Corrélations entre consommation d'aliment et d'eau avec le poids et les composantes de l'oeuf pondu ce jour là.

ENOTYPE	CARACTERE	POIDS DE L'OEUF		EPAISSEUR ALBUMEN		EPAISSEUR COQUILLE	
		$\Sigma(n-3)+3$	$\bar{r}$	$\Sigma(n-3)+3$	$\bar{r}$	$\Sigma(n-3)+3$	$\bar{r}$
Dw-	consommation alimentaire	405	+0,21 **	340	+0,08	340	-0,16 **
dw-		311	+0,15 *	249	+0,11	249	-0,06
Dw-	consommation d'eau	405	+0,18 **	340	+0,03	340	-0,15 *
dw-		311	+0,13 *	249	+0,08	249	-0,11

*- seuil de 5 pour cent

**- seuil de 1 pour cent

Une corrélation positive et significative est notée entre les consommations et le poids de l'oeuf pondu le même jour, tandis qu'avec l'épaisseur de l'albumen la corrélation est voisine de zéro. Nous n'avons pas d'explication quant à cette corrélation et la vérifions dans les prochaines expériences.

Avec l'épaisseur de la coquille une corrélation négative et à la limite de la signification ($P \simeq 0,01$) est relevée chez les poules normales.

.../...

- CONCLUSION -

En reprenant les conclusions des chapitres précédents, il s'avère que l'index R (consommation résiduelle d'aliment") pourrait être utilisé comme critère de sélection. Une période d'une quinzaine de jours paraît nécessaire quant aux mesures à effectuer pour l'estimation de la consommation "brute" moyenne. Cette période pourrait se situer vers le deuxième mois de ponte d'où une élimination individuelle ou familiale dès le début de la production.

Les mesures de consommation d'eau ne révèlent pas de différences associées aux loci étudiés mais ont permis de déceler l'existence possible d'un gène "majeur" influençant cette consommation. D'autre part la corrélation entre la consommation d'eau et la "consommation résiduelle" présente un intérêt pratique : par mesure de la consommation d'eau il serait possible d'éliminer les oiseaux qui surconsomment. On pourrait peut-être d'autre part tenir compte de la consommation d'eau dans les plans de rationnement alimentaire.

Enfin nos observations sur le "comportement" alimentaire et hydrique des poules pondeuses, de même que l'effet de la ponte sur la prise alimentaire et d'eau nécessiteront des études plus fondamentales.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail est le début d'une recherche systématique de différences génétiques possibles de consommation alimentaire associées notamment aux gènes à effet visible chez les volailles. Des différences quantitatives limitées mais intéressantes avaient été relevées entre génotypes opposés pour la pigmentation du plumage. En revanche, un facteur semble peu étudié du point de vue génétique : c'est la consommation alimentaire, bien qu'elle puisse être une source non négligeable d'une meilleure rentabilité.

Ce travail tend à combler cette lacune.

Etant donné nos moyens et nos objectifs le plus fructueux était d'"inventorier" ces différences. Dans ce sens une suite logique, mais difficile sera la résolution des problèmes tant nutritionnels que physiologiques, posées par nos observations.

La méthode utilisée est celle décrite par BYERLY (1941) qui permet le calcul de la consommation alimentaire des pondeuses indépendamment de leur poids et de leur production (consommation que nous appelons "résiduelle") donc en particulier de comparer des races, des génotypes ou des familles pour lesquels ces derniers critères ne sont pas identiques.

Les résultats relatifs aux loci de coloration du plumage ont permis de constater que les poules blanches ont tendance à sous-consommer légèrement donc sont d'une meilleure rentabilité : il est permis de se demander si cela a contribué au maintien dans les races de ponte comme la LEGHORN et la WYANDOTTE de la seule variété blanche à l'échelon commercial ?.

D'un point de vue pratique : -il pourrait donc être légitime de tenir compte du degré de mélanisation pour la

.../...

création de souches de pondeuses de bonne rentabilité.
Ainsi cette étude "factorielle" qui est à compléter pourrait apporter dans certains cas une aide en sélection.

-D'autre part,dans une souche commerciale de pondeuses il semble fort difficile d'améliorer la rentabilité du troupeau par sélection sur le nombre d'oeufs, un plafond sur ce caractère étant atteint depuis quelques années. Par le biais d'une sélection soit individuelle, soit familiale sur la consommation dite "résiduelle" ou "semi-résiduelle" un gain substantiel semblerait possible.

L'utilisation de tels indices en sélection se heurte à un problème matériel : le temps et le nombre de mesures à faire. Pourtant il semblerait qu'un temps relativement court d'expérimentation (une quinzaine de jours) soit suffisant pour établir l'indice de consommation voire un indice du type R ou R' avec un maximum de vraisemblance.

De plus nos différentes observations nous révèlent que certains caractères mériteraient d'être l'objet de recherches plus précises : c'est le cas du gain de poids adulte et de la consommation d'eau. En effet la corrélation positive importante entre consommation et variation de poids d'une part et consommation "résiduelle" et consommation d'eau d'autre part suggère la possibilité d'une sélection indirecte sur la consommation alimentaire.

Enfin le problème de "comportement" alimentaire et hydrique nécessitera de plus amples recherches.

- B I B L I O G R A P H I E -

ANNALES DE GENETIQUE ET SELECTION ANIMALE. 1972, 4, 2

BECKER W.A., 1967. Manual of procedures in quantitative genetics. 2 ed. Student Book Corporation Wash. State Univ.

BERNIER P.E., COONEYT, 1954. Black down color and riboflarin deficiency in embryos of the domestic fowl. Xth World's Poult. Conf., Edimbourg 1954, Section Papers, 66-71.

BERNIER P.E., ARSCOTT G.H., 1960. Relative efficiency of sexlinked dwarf layers and their normal sisters. Poult. Sci., 39, 1234-1235.

BLUM J.C., 1962. Effets d'une carence sévère en riboflavine sur la poule pondeuse : ordre de priorité entre les tissus maternels et l'oeuf. Ann. biol. anim. Bioch. Biophys., 2, 129-142.

BYERLY T.C., 1941. Feeds and other costs of producing market eggs. Univ. Maryland Agric. Exp. Sta. Bull n° A 1.

CLAYTON G.A., 1968. Some implications of selection results in poultry. World's Poul. sci. J., 24, 36-57.

DUNSON W.A. and BUSS E.G., 1968. Abnormal water balance in a mutant strain of chickens. Science, 161, 167-169.

FAVRET E.A., LIFSCHITZ E., MANSO F., GERMAN O., 1967. Individual differences in water ingestion and its association with egg production in poultry. Bol. Genet. Inst. Fitotec. Castelar, 3, 1-7.

.../...

GUILLAUME J., 1961. Les facteurs de variation du rapport calories/matières azotées totales dans les régimes du poussin. Ann. Zootechn., 10, 279-311.

GUILLAUME J., 1969. Conséquences de l'introduction du gène de nanisme dw sur l'utilisation alimentaire chez le poussin femelle. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 9, 369-378.

HILL F.W., DANSKY L.M., 1950. Studies on the protein requirements of chicks and its relation to diatary energy level. Poult. Sci., 29, 763.

HILL F.W., DANSKY L.M., 1954. Studies on the energy requirements of chickens. 1. The effect of dietary energy level on growth and feed consumption. Poult. Sci., 33, 112-119.

HILL F.W., ANDERSON D.L., DANSKY L.M., 1956. The effect of dietary energy level on the rate and gross efficiency of egg production. Poult. Sci., 35 : 54-59.

HOHLS H.W., 1960. Mastversuche mit Fettzugaben bei Leghorn und Nichols 9/108. Arch. Geflügelk, 24, 103-125.

HUTT F.B., 1953. Sex-linked dwarfism in the fowl. Genetics, 38, 670.

HUTT F.B., 1959. Sex-linked dwarfism in the fowl. J. Hered., 50, 209-221.

ITO T., MORIYA T., YAMAMOTO S. and MIMURA K., 1970. Effects of environmental temperature on egg production, food intake and water consumption in laying white Leghorns. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 9, 2, 151-160.

JACOBS H.C., SCOTT M.L., 1957. Factors mediating food and liquid intake in chickens. Poult. Sci., 36, 8-15.

JEROME F.N., SLINGER S.J., HUNTSMAN C.M., PEPPER W.F., 1956. The relationship between dominant white and growth of chicks. Poult. Sci. 35, 488-489.

.../...

LEONG K.C., SUNDE M.L., BIRD H.R., ELVEHJEM C.A., 1959. Interrelationships among dietary energy, protein and amino acids for chickens. Poult. Sci. 38, 1267-1284.

LEPKOSKY S., LYMAN R., FLEMING D., 1955. Gastrointestinal regulation of water and its effect upon food intake. Fed. Proc., 14, 440-441.

LIFSCHITZ E., GERMAN O., FAVRET E.A. and MANSO F., 1967. Difference in water ingestion associated with sex in poultry. Poult. Sci., 46, 4.

Mc DONALD M.W., 1958. Methionine supplements in chickens diets. III. The biochemical differences in sulphur amino-acid metabolism between white Leghorns and Australorps. Aust. J. agric. Res., 9, 161-169.

MAXWELL B.F. and LYLE J.B., 1957. Restricted water for wet dropping prevention. Poult. Sci, 36, 921-922.

MERAT P., 1962. a-Quelques relations entre caractères extérieurs à hérédité simple et productivité. Proc. XIIth World's Poult. Conf. Sydney, Section papers, 71-76.

MERAT P., 1968. Consommation alimentaire de pondeuses Cc et cc. Ann. Zootech., 17, 337-339.

MERAT P., 1969. Etude d'un gène de nanisme lié au sexe chez la poule. I. Description sommaire et performances. Ann. Génét. Sél. anim., 1, 19-26.

MERAT P., 1970. a-Mendelian genetics and selection for quantitative traits in poultry : results and perspectives. World's Poult. Sci. J. 26, 571-586.

MERAT P., 1970. b-Gènes à effet visible et coloration ou épaisseur des coquilles d'oeufs. Ann. Génét. Sél. anim. 2, 263-267.

.../...

MERAT P., BORDAS A., 1972. Consommation alimentaire de pondeuses blanches (Ii) et colorées (ii). Ann. Génét. Sél. anim 4, 375-384.

MORICE E., CHARTIER F., 1954. Méthode statistique 2ème partie. Analyse statistique. Imprimerie nationale Paris.

MORIS T.R., 1969. Nutrients density and the laying hens ; Proc. of the 3rd Nutr. conf. for feed Manufacturers. U. of Nottingham 103-114.

NORDSKOG A.W., FRENCH H. and BALLOUN S.L., 1969. Direct versus indirect estimation of feed efficiency as a measure of performance. Poult. Sci., 48, 1303-1310.

O'NEIL J.B., cité par courrier avicole du 6.12.71. La taille du poussin à l'éclosion et l'efficacité alimentaire.

PROD'HOMME J., 1965. Calcul d'une équation permettant de prévoir la consommation alimentaire de pondeuses en fonction de leurs performances. Ann. Zootech., 14, 335-339.

PROD'HOMME J., MERAT P., 1965. Consommation alimentaire chez des pondeuses de génotype Cc et cc issues de plusieurs familles. Ann. Zootech. 14, 341-350.

PROD'HOMME J., MERAT P., 1969. Etude d'un gène de nanisme lié au sexe chez la poule. III-Consommation alimentaire et production suivant la teneur en calcium de la ration. Ann. Gén. Sél. anim. 1, 135-145.

PROD'HOMME J., MERAT P., 1969. Différence entre souches de volailles pour une réponse des jeunes à une avitaminose A. Ann. Gén. Sél. anim., 1, 194-195.

SCOTT H.M., MATTERSON L.D., SINGSEN E.P., 1947. Nutritional factors influencing growth and efficiency of feed utilization. 1. The effect of the source of carbohydrate. Poult. Sci., 26, 554.

.../...

SAUVEUR B., Régulation de la prise volontaire de calcium et d'aliment par la poule pondeuse. Journées inter disciplinaires avicoles du Magneraud du 26-27-28/09/1972 (non publié).

SELVARAJAH T., 1971. Etudes sur le nanisme récessif lié au sexe chez la poule. Ann. Génét. Sél. anim., 3, 387.

SIMON J., 1972. Influence du gène de nanisme (dw) du cou nu (Na) et du rythme d'alimentation sur la croissance et le comportement alimentaire du poulet. Ann. Génét. Sél. anim., 4, 305-310.

SMYTH J.P., 1969. Relationship between genes affecting melanin pigmentation and other traits in the fowl. World's Poult. Sci. J., 25, 6-14.

SNEDECOR G.W., and COCHRAN W.G., 1967. Statistical methods, 6ème Ed. Iowa State College press, Ames, Iowa.

THOMAS Ch., 1957. Heritability estimates of body weight, gain, feed consumption and feed efficiency and the genetic correlations between these traits in NEW HAMPSHIRE broiler A.B.A., 26, 205-1958. Diss. abstr., 17, 483.

WOOD-GUSH D.G.A. and HORNE A.R., 1970. The effect of egg formation and laying on the food and water intake of Brown Leghorn hens. Br. Poult. Sci., 11, 459-466.

ACADÉMIE DE PARIS

UNIVERSITÉ DE PARIS VI

4, Place Jussieu - 75230 PARIS-CEDEX 05

SERVICE DE LA SCOLARITE

Bureau des Enseignements du 3e cycle

TÉLÉPHONE 336-25-25 - 325-12-21

PERMIS D'IMPRIMER

DOCTORAT : D'UNIVERSITE

THESE DE :

NOM : Monsieur BORDAS

Prénoms : André

né le 10 Septembre 19 44 à Gimel Dépt : Corréze

1ère THESE : " Influence du génotype sur la consommation alimentaire chez les poules pondeuses ."

2e THESE (Propositions faites par l'Université) :

" Hétérosis pour differents caractères quantitatifs chez la poule et méthodes visant à en tirer parti ."

ACADEMIE DE PARIS UNIVERSITE PARIS VI

Vu et Approuvé

PARIS, le 4 JUIN 1973

Le Président

de l'Université de PARIS VI

Sc.3e c. 72-09